

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud MAMMARI, Tizi-Ouzou**



**Faculté de Génie Electrique et d'Informatique  
Département d'Automatique**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme

*De MASTER PROFESSIONNEL EN AUTOMATIQUE  
OPTION : AUTOMATIQUE  
ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLES*

*Thème*

**e chaîne de  
au sein de**

Proposé par : M.LAIDIA

Présenté par :

Dirigé par : M.TOUAT.M.A  
Soutenu le : //2013

M<sup>elle</sup> : TIAB Lynda  
M<sup>elle</sup> : HEMSAS Dalila  
M<sup>elle</sup> : ZERROUKI Rachida

*Promotion 2013*

## *Remerciements*

*Nous tenons à remercier « Dieu » le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce mémoire.*

*La présentation de ce travail nous offre l'occasion d'exprimer toute notre reconnaissance aux personnes qui nous ont aidé et conseillé de façons inestimable durant la préparation de ce présent mémoire.*

*Nous tenons à exprimer notre plus haute estime à M. TOUAT notre promoteur, et nos encadreur au sein de l'entreprise M. LAIDI, M. BOULI L.A. M. ICHEDADENE, M. ZOUAD pour leurs assistance, les encouragements et orientations qu'ils nous ont donné.*

*Nous adressons nos remerciements aussi à tous les enseignants qui ont participé depuis le début jusqu'à la fin de notre formation et aussi à tous le personnel de cet institut.*

*Nous adressons nos profonds remerciements à l'ensemble du personnel de service maintenance de l'unité froid au sein d'EMEM OUED ASSI ainsi que l'ensemble du personnel de cette station.*

*Nous remercions encore toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

*Nous souhaitons que ce mémoire soit utile à tous les futures stagiaires et qu'il leur apportera un progrès dans leur cursus scolaire et professionnel.*

*Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents pour leur bienveillance, leur affection et leur soutien tout au long de  
ma carrière scolaire et universitaire.*

*A la mémoire de ma grand-mère*

*A ma sœur Ahouou et son mari Menad et à leurs chère fille Amal*

*A ma sœur Dyhia*

*A mon frère Mohand Chrif et sa femme Dalila et à leurs chère fille fatima.*

*A mes frères Lounis et Khelifa*

*A mes cousines adoré Fatima et Samira*

*A toutes les autre chacune par son nom*

*A mes petits cousins Koucaila, Said, Jouana*

*A ma chère tante, mes chers oncles et leurs enfants*

*A mes amis Linda, Rachida, djoudjou, lydia, yasmine sans oublier Idir*

*A toute la promotion Automatique 2013.*

*Dalila*

*Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents pour leur bienveillance, leur affection et leur soutien tout au long de  
ma carrière scolaire et universitaire.*

*A ma grand-mère ferroudja*

*A mon grand père et sa femme*

*A ma sœur Djedjiqua, son mari Belaid et à leurs enfants*

*A mes sœurs Aldjia, Farida et Célia*

*A mon frère Smail*

*A tous les autres chacune par son nom*

*A mes chères tantes, mes chers oncles et leurs enfants*

*A mes amis Lynda, Brahim, Dalila, Rougi, Mourad, Hakim, Kousayla, Aziz*

*Hafidh, Said*

*A toute la promotion Automatique 2013.*

*Rachida*

*Je dédie ce très modeste travail :*

*A tout mes chers et à tout les gens qui font mon bonheur et me donne de la force chaque  
« jour à commencer par mes très chers parent qui ont toujours était présents pour moi  
tout le long de mon cursus scolaire et qui ont travaillé dur pour que je puisse réaliser  
mon rêve et le leur et de terminer mes études.*

*A ma très chère grand-mère.*

*A la mémoire de mon grand-père.*

*A tout mes frères et sœurs : Lydia, Razika, Rabah ET Marzouk.*

*A toutes mes tantes, leurs maris et leurs enfants.*

*A tout mes amis Hafidh, Rachida, Saïd, Karim, Dalila, Mourad, rougi, Brahim,  
Hakim, Avezki et toute la clique.*

*A toute la promotion automatique et informatique industrielles 2013.*

*Et enfin a tous ceux qui m'ont apporté leur aide pour que je puisse arriver à ce que je  
suis aujourd'hui.*

*Lynda*

## Résumé :

La chaîne étudiée a été mise en place par la firme TOSHIBA CORPORATION en 1987 pour la fabrication des portes de réfrigérateur .

En 2003, l'ENIEM a commencé à fabriquer le nouveau modèle de ces portes de réfrigérateur (porte bombée). Depuis elle a gardé la même chaîne mais quelques machines sont devenues des tables inutiles.

La chaîne comporte deux (02) blocs ; à la sortie du premier bloc, la tôle est déjà emboutie puis transférée vers le deuxième bloc où elle est soudée à l'arc plasma, ensuite viennent l'opération de bordage numéro 1 et numéro 2. Après le bordage, on poinçonne la tôle puis elle est soudée par la machine à souder par points multiples, finalement elle sort par un transporteur de sortie (convoyeur).

# Sommaire

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre I : présentation et description de la chaîne de fabrication des portes de réfrigérateurs</b>	
I.1. Description de la chaîne de production des portes de réfrigérateur .....	.04
I.1.1 Description des différentes postes du bloc N°2.....	..07
I.1.2. Poste opérateur .....	09
I.1.3 Tableau de commande .....	09
I.2 .les différents modes de fonctionnement .....	09
I.2.1 Mode manuel .....	09
I.2.2 Mode automatique isolé.....	09
I .2.3 le mode automatique solidaire .....	10
I.3.Les différents types de pilotages des systèmes automatisés de production .....	10
I.3.1.Définition et but du système de pilotage .....	11
I.3.2.Typologie des structures de pilotage .....	11
I.4. Définition d'un SAP et description des parties qui le constituent.....	12
I.4.1. Description des parties qui constituent un système automatisé de production .....	13
I.5. Cahier des charges fonctionnel de la chaîne de production des portes réfrigérateurs .....	14
I.5.1.Vérification préliminaire avant la mise en marche de la chaîne de fabrication .....	14
I.5.2. : définition des conditions initiales .....	15
I.5.3. Mise en marche .....	16

## **Chapitre II : l'étude technique de la chaîne de fabrication des portes de réfrigérateur**

II.1. L'étude technique des composants d'un système automatisé .....	20
II.1.1. partie opérative .....	20
II.1.2. Partie commande .....	20
II.1.3. Poste de contrôle .....	21
II.2. Les actionneurs .....	21
II.2.1. Définition .....	21
II.3. Les capteurs .....	21
II.3.1. Qu'est ce qu'un capteur .....	22
II.3.2. Type de capteurs .....	22
II.3.3 Détecteur de proximité .....	22
II.4. Etude de l'armoire de commande.....	24
II.4.1. L'alimentation de l'armoire .....	24
II.4.2. Les composants de l' armoire de commande .....	24
II.4.3. Etude des séquenceurs .....	26
II.4.3.1. Définition .....	26
II.4.3.2. Description du module séquenceur .....	27
II.4.3.3. Principe de la Commande d'un cycle par séquenceur .....	27
II.4.3.4. Avantage des séquenceurs.....	28
II.4.3.5. inconvénient des séquenceurs.....	28
II.5. Conclusion .....	29

## **Chapitre III : L'étude des API et des outils de modélisation**

III.1. L'étude des automates programmable industriels.....	30
--	----

III.1.1. Définition d'un API .....	30
III.1.2. Domaines d'utilisation des API .....	31
III.1.3. Nature des informations traitées par l'automate .....	31
III.1.4. Architecture d'un API .....	31
III.1.5 principales fonctions .....	33
III.1.6. Traitement du programme par un automate .....	34
III.1.7. Critère de choix d'un automate .....	34
III.2. Présentation de l'automate S7-300.....	35
III.2.2. Programmation de l'automate S7-300.....	38
III.2.3. La création d'un projet sous STEP7.....	38
III.2.5. Présentation du S7-PLCSIM .....	41
III.3. Langages de programmation .....	43
III.4. le GRAFCET .....	44
III.5. Conclusion .....	45

## **Chapitre IV : modélisation et programmation**

IV.1. solution proposée pour le premier cahier des Charges.....	48
IV.2 Réadaptation de la chaîne pour satisfaire le cahier des charges imposé .....	58
IV.3. Conclusion .....	69

## **Conclusion générale**

# Introduction générale

---

La compétitivité des entreprises se construit aujourd'hui par un recours à la fois plus fréquent et plus intensif à des technologies de production avancées. Cette pénétration de la productique s'effectue par la mise en œuvre de dispositifs et systèmes technologiques concourant simultanément à l'automatisation des ateliers de fabrication et l'informatisation des fonctions connexes.

L'automatisation des ateliers consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé 'partie commande', cette partie mémorise le savoir faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvre afin d'élaborer la valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

Comme elle permet la minimisation du coût de production, la contribution à la croissance de la productivité et l'amélioration de la sécurité de travail, augmentation de la qualité du produit et la flexibilité de production et s'adapter à des contextes particuliers.

Pour arriver à satisfaire ces objectifs, l'utilisation des automates programmables (API) est indispensable. Au par avant on certifie cette automatisation à l'aide de relais et de commutateur, La commande des processus par l'automate programmable est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie vue la justesse des traitements qu'il effectue pour générer une commande exacte à tout moment et dans toutes les conditions.

Dans le présent mémoire notre but était d'automatiser une chaîne de production de porte réfrigérateur en remplaçant un séquenceur ancienne génération de la firme TOSHIBA par un automate programmable plus puissant le S7-300 de firme SIEMENS qui utilise le langage de programmation STEP 7. Une fois l'automatisation achevée il fallait apporter certaines modifications utiles à la réalisation d'un nouveau type de porte appelé portes bombée au sein de l'unité froid de l'ENIEM.

Pour s'y faire et comme cité ci dessus nous avons dû générer dans un premier temps un cahier des charges fonctionnel de la chaîne, de modéliser son comportement avec l'outil GRAFCET et enfin nous avons proposé un programme pour gérer l'automatisation de cette chaîne.

Avant d'implémenter ce dernier on a effectué une simulation de notre programme avec l'outil de simulation délivré par SIEMENS le PLCSIM ce qui nous permet de suivre le déroulement et l'exécution des tâches par notre système et éviter toutes erreurs.

Une fois cette première étape de notre thème achevée, on devait adapter cette chaîne à la fabrication d'un nouveau type de porte et après détection des tâches futiles à la conception de ces

## Introduction générale

---

portes on a changé notre programme en supprimant certaines séquences (le processus de soudage à l'arc, le bordage n°2, le poinçonnage de charnières, etc.) pour enfin revenir et comparer notre programme réalisé et les attentes du cahier des charges et essayer de minimiser l'écart qui peut être engendrer par les limites de tous système industriel qui ne peut jamais atteindre la perfection.

### **Les causes de cette automatisation sont :**

- la nouvelle politique suivie par l'entreprise qui se résume a la modernisation de tous ses équipements de production.
- amélioration des cadences de production.
- l'indisponibilité de ces équipements sur le marché.
- les pannes assez fréquentes que subis le séquenceur, qui se manifeste généralement par la défaillance d'une de ses cartes d'entrée/sortie.
- la modification de la forme des portes.

### **Présentation de l'ENIEM :**

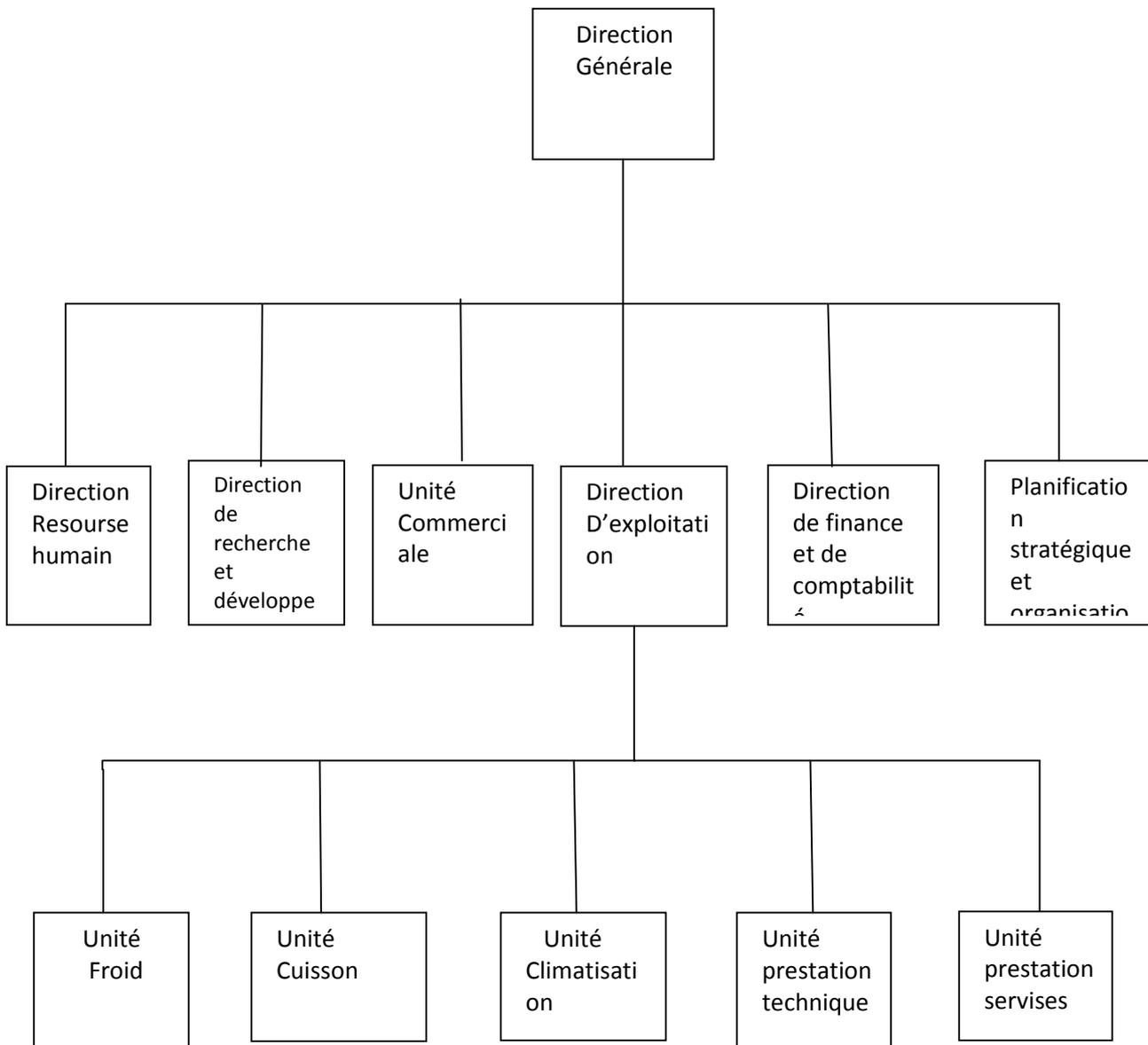
L'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager (ENIEM) est une entreprise publique de droit algérienne établi le 2 janvier 1983 et qui a existé depuis 1974 sous l'autorité de l'entreprise SONELEC.

Son siège social est situé au chef lieux de la wilaya de Tizi-Ouzou. Les unités de production froid, cuisson, et climatisation sont installées à la zone industrielle « AISSAT Idir » d'Oued Aissi, distante de 7 Km du chef-lieu de la wilaya. Les agences sanitaires et lampe sont installées respectivement à Miliana wilaya de Ain Defla et Mohammédia wilaya de Mascara. L'ENIEM à été aménagée juridiquement en Société Par Action (SPA) le 8 octobre 1989.

# Introduction générale

---

Le schéma directeur de l'entreprise est le suivant :



L'entreprise ENIEM est constituée de :

- 1- La direction générale (DG)
- 2- L'unité froide (UF)
- 3- L'unité cuisson (U.CUIS)

#### **4- L'unité climatisation (UCL)**

- 5- Unité Prestation Technique

Les entreprises de nombreux secteurs d'activité (automobile, sidérurgie, chimie, pétrochimie,...) sont de plus en plus soumises à la concurrence du marché. Pour assurer leur avenir, les entreprises doivent désormais faire face à différents enjeux socio-économiques, les contraignant sans cesse à développer leurs systèmes de production en vue d'atteindre des objectifs de plus en plus exigeants. Sur le plan économique, le coût de production, le rendement ainsi que le respect des délais sont des facteurs influents sur la compétitivité des entreprises. Sur le plan technique, les principales contraintes portent sur la diversification, la flexibilité, la complexité et la qualité des produits. Des développements au niveau des technologies de l'informatique et de l'automatisation deviennent indispensables.

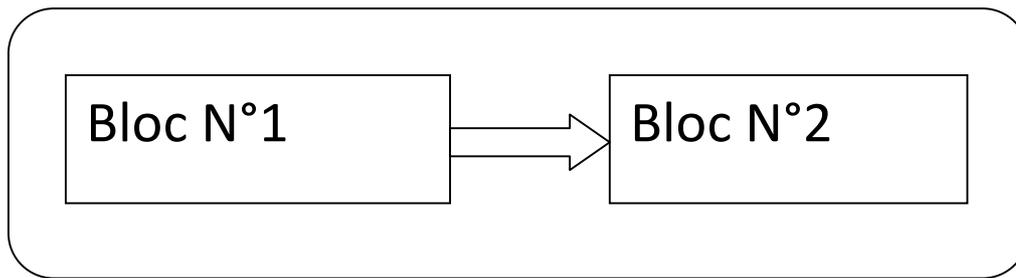
De nos jours, l'implémentation des systèmes automatisés suppose donc la mise en place d'outil pour la supervision. La maîtrise d'un processus est indissociable de sa supervision pour aider les entreprises dans leur recherche permanente d'une meilleure productivité et qualité à moindre coût. Cette supervision permet aussi aux entreprises de garantir et préserver la sûreté de fonctionnement des équipements et de leur personnel (opérateur) mais aussi de l'environnement.

### **I.1. Description de la chaîne de production des portes de réfrigérateur :**

Cette chaîne a été mise en place par la firme TOSHIBA CORPORATION en 1987 pour la fabrication des portes de réfrigérateur [2].

En 2003, l'ENIEM a commencé à fabriquer le nouveau modèle de ces portes de réfrigérateur (porte bombée). Depuis elle a gardé la même chaîne mais quelques machines sont devenues des tables inutiles.

La chaîne comporte deux (02) blocs ; à la sortie du premier bloc, la tôle est déjà emboutie puis transférée vers le deuxième bloc où elle est soudée à l'arc plasma, ensuite viennent l'opération de bordage numéro 1 et numéro 2. Après le bordage, on poinçonne la tôle puis elle est soudée par la machine à souder par points multiples, finalement elle sort par un transporteur de sortie (convoyeur) [2].



**Fig. I.1 : Schéma synoptique de la chaîne de production**

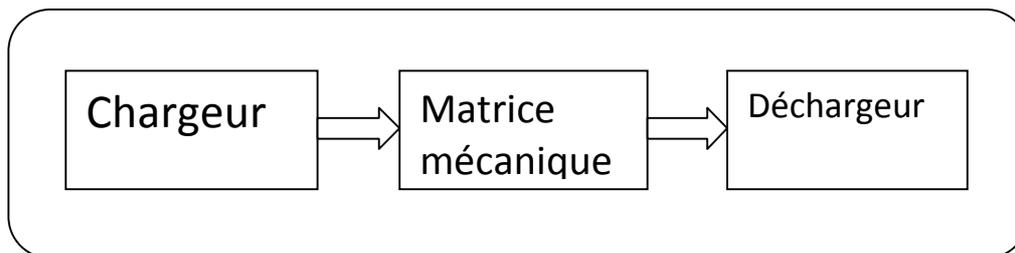
Les différents postes qui constituent cette chaîne sont :

**a) Bloc N°1**

Poste N°1 : Chargeur

Poste N°2 : Matrice mécanique

Poste N°3 : Déchargeur



**Fig. I.2 : Schéma synoptique du bloc 1**

**b) Bloc N°2**

Poste N°1 : Dispositif de positionnement et de renversement.

Poste N°2 : Machine à souder à l'arc plasma.

Poste N°3 : Machine de bordage N°1.

Poste N°4 : Machine de bordage N°2.

Poste N°5 : Machine à poinçonner de charnière.

Poste N°6 : Machine à souder par points multiples.

Poste N°7 : Table rotative.

- Dispositif de transfert.
- Transporteur de sortie.

**a) Dispositif de positionnement et de renversement**

**Positionnement :** Ce dispositif a pour fonction de recevoir une pièce venant de la presse et de la transférer jusqu'à la position déterminée avant la machine de renversement.

**Renversement :** Ce dispositif a pour fonction de prendre grâce à la ventouse, une pièce apportée à l'extrémité de dispositif de positionnement, de la renverser 180° avec le bras de renversement et de déterminer les positions droite et gauche sur la table (chariot) pour transférer la pièce jusqu'à la position déterminée dans le procédé suivant.

**b) Machine à souder à l'arc plasma**

Ce dispositif a pour fonction de souder bout à bout le joint en coin des parties formées en cuve par la matrice de la presse.

**c) Machine de bordage N°1**

Cette machine a pour fonction de plier vers l'intérieur les deux côtes de rebords.

**d) Machine de bordage N°2**

Cette machine a pour fonction de plier vers l'intérieur les deux côtes de rebords et de former les coins.

**e) Machine à poinçonner les charnières**

Cette machine est utilisée pour le poinçonnage des emplacements des charnières dans une porte.

**f) Machine à souder par points multiples**

Cette machine a pour fonction à souder par points les parties à recouvrement d'un rebord en coin.

**g) Table rotative**

Elle a pour fonction de faire un tour de 90° en présence de la tôle pour permettre au système de manutention 07 d'évacuer la tôle sur le transporteur de sortie.

**h) Dispositif de transfert**

Ce dispositif a pour fonction de transférer et distribuer une pièce dans la machine à façonner.

**i) Transporteur de sortie**

Ce transporteur a pour fonction de recevoir du dispositif de transfert les produits formés et les transférer jusqu'au banc de finition.

### **I.1.2. Poste opérateur**

Tout processus nécessite un système de contrôle de commande permettant à l'homme d'intervenir sur le processus.

Dans le système, chaque élément démarre ou s'arrête par l'intermédiaire d'un commutateur situé sur le poste d'opération. Ce poste comporte des indicateurs montrant l'état de fonctionnement, et un bouton d'arrêt d'urgence arrêtant immédiatement le processus.

Pour sélectionner le mode de fonctionnement, manuel ou automatique on doit agir sur le bouton de sélection de mode, qui se trouve sur l'armoire de commande [2].

### **I.1.3 Tableau de commande**

Le tableau de commande est un ensemble, comprenant l'appareillage de commande, de contrôle, de réglage et de sécurité du dispositif électrique.

- a) **Bouton poussoir (BP)** : mise en marche, arrêt et arrêt d'urgence
- b) **Voyants lumineux** : indiquant l'état du fonctionnement du système.
- c) **Sélecteur de mode de fonctionnement** : soit en mode manuel ou automatique.

## **I.2 .les différents modes de fonctionnement :**

### **I.2.1 Mode manuel :**

Pour pouvoir contrôler le système manuellement, on utilise l'armoire de commande qui comporte toutes les commandes (boutons) nécessaire pour un cycle de fonctionnement complet, (descente et montée du bloc porte ventouse, avance et recule de chariot, etc.).

Il est utilisé dans les cas d'un essai à vide, dans la phase de teste et de simulation des actionneurs ainsi que la remise du système aux conditions initiales après un dysfonctionnement d'une composante de la partie opérative.

### **I.2.2 Mode automatique isolé:**

Ce mode nous permet de mettre en marche séparément certaines tables du deuxième bloc de cette chaîne. Il est utilisé dans le cas où il ya défaut lors la fabrication par exemple si il ya eu un problème de soudage, ce mode nous permet après arrêt de la production de revenir sur la table en

question et d'achever la finition de la pièce et ça nous évite toutes les pertes engendrées par ce genre d'incidents. Et pour mettre une table en mode automatique isolé il faut commencer par arrêter la chaîne si elle est en marche et sélectionner ce mode sur le pupitre de cette dernière et appuyer sur START.

❖ **Les machines dont le fonctionnement automatique isolé est possible :**

- dispositif de soudage à l'arc plasma.
- machine de bordage n°1
- machine de bordage n°2.
- perceuse de charnière.
- machine à souder pas point multiples.

**I.2.3 le mode automatique solidaire :**

Pour sélectionner ce mode de marche il nous suffit de mettre le sélecteur de mode présent sur la l'armoire de commande sur la position « mode automatique solidaire » et appuyer sur START.

Contrairement au mode isolé, ce mode est le mode de production en série c'est-à-dire qu'il suffit à l'opérateur de ramener un stock de tôles devant le bloc n°1 de la chaîne et de laisser les opérations se succéder automatiquement une derrière l'autre pour que à la sortie de cette dernière on aura les portes voulus.

**I.3. Les différents types de pilotages des systèmes automatisés de production :**

Dans un monde en perpétuel changement, les industriels ont besoin d'être réactifs pour rester compétitifs et pour conquérir de nouveaux marchés. Pour y arriver, ils sont contraints d'améliorer leur façon de piloter la production, tant au niveau stratégique, pour s'adapter aux progrès de la technologie ou suivre les évolutions du marché, qu'au niveau opérationnel, pour réagir face aux aléas. Au niveau stratégique, ceci les conduit à modifier et adapter leurs moyens de production pour faire face à l'arrivée de nouveaux produits et de nouveaux concurrents, pour réduire notamment leurs délais de fabrication.

L'objectif de la réactivité en production est de pouvoir adapter régulièrement le système de production à la demande. Les industriels doivent aussi maîtriser leur système de production au niveau opérationnel. Ils doivent être capables de réagir dans le très court terme aux événements imprévus tels qu'une modification ou une annulation d'un ordre de fabrication, l'arrivée d'une commande urgente,

des perturbations aléatoires du système de production et ce, de façon la moins perturbante et la plus rapide possible.

Pour y parvenir au mieux, les entreprises manufacturières ont besoin de réagir au moment opportun pendant la fabrication. Parmi les solutions possibles, elles peuvent adapter leurs systèmes de production face à l'apparition d'aléas via le système de pilotage d'atelier

### **I.3.1. Définition et but du système de pilotage :**

Selon l'approche automatique, on retrouve derrière le concept de pilotage un « système physique » ou partie opérative et un « système de commande ». La partie opérative effectue les opérations ordonnées par la partie commande. La partie commande élabore les ordres à partir des informations et des retours venant de la partie opérative et des objectifs assignés [11].

On dit aussi piloter un système c'est « assigner à chaque partie du système un ou plusieurs objectifs à atteindre ». Les activités de pilotage ont pour rôle de guider chacune des parties du système vers ses objectifs.

Le système doit posséder des dispositifs de retour d'information et de « feed back » pour assurer la concordance entre les objectifs assignés et les résultats obtenus. Cette définition laisse ouvert le problème de cohérence entre les objectifs des sous-systèmes et du système complet.

Le pilotage a pour but d'assurer la cohérence des décisions entre des ordres issus de la gestion prévisionnelle à court terme et les actions exécutées au niveau du système de production. Il doit faire face aux contraintes de décision et d'objectif et aux aléas du système physique comme les pannes machines, les retards, etc. Le pilotage d'atelier doit s'appliquer notamment d'une manière précise et rapide en comparant l'état réel du système de production en exploitation et l'état attendu.

### **I.3.2. Typologie des structures de pilotage :**

Les systèmes de pilotage peuvent s'organiser selon diverses architectures. Nous établissons une description et une comparaison de chacune d'entre elles.

#### **a) Structure centralisée**

Selon cette structure, toutes les ressources sont pilotées par un centre de décision unique, qui supervise la production, synchronise et coordonne les différentes ressources et gère en temps réel les imprévus qui surviennent. Le pilotage se fait essentiellement sur la base d'un ordonnancement prévisionnel des différentes tâches (intégrant donc l'ensemble des ressources et des entités). Cet ordonnancement est calculé sur des valeurs moyennes des charges machines et des durées d'exécution. Ceci permet de conserver une certaine souplesse d'exécution (maintenance,

réparation...) et de garder une petite marge de sécurité. Les perturbations limitées peuvent être absorbées.

Les perturbations trop importantes entraînent le recalcul d'un nouvel ordonnancement. Cette approche est adaptée aux petits systèmes de production. Elle se rencontre fréquemment dans les petites entreprises où l'essentiel du pilotage consiste bien souvent à réordonnancer manuellement les tâches (variation et l'apparition d'aléas réguliers ou connus) [10].

#### **b) Structure décentralisée**

Dans cette structure, tous les centres de pilotage sont au même niveau fonctionnel. Il n'existe pas de centre de pilotage de niveau hiérarchique supérieur. Les centres de décision doivent s'auto-organiser pour assurer une gestion cohérente. Ces systèmes de pilotage totalement décentralisés sont restés marginaux, principalement en raison des problèmes de synchronisation entre les contrôleurs locaux.

La plupart du temps, on conserve une certaine structure hiérarchique. Les tâches de suivi de la production ou de lancement des opérations apparaissent comme des entités de haut niveau distribuant le travail aux autres modules. Les centres des différents niveaux sont interconnectés via des bus de communication permettant l'échange d'informations et la transmission des décisions. Ceci n'est rendu possible que par l'arrivée des nouvelles techniques informatiques (système d'information, bases de données partagées) dans les ateliers de production [10].

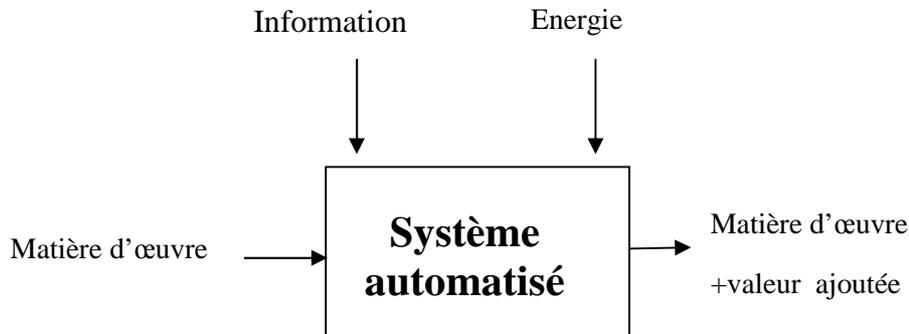
#### **I.4. Définition d'un SAP et description des parties qui le constituent:**

Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes et qui exécute toujours le même travail pour lequel il a été programmé [11].

L'automation est aujourd'hui indispensable dans le milieu industriel et présente différents avantages :

- Coût : c'est la première source de motivation pour l'automatisation : une machine qui fonctionne seule, sans opérateur, permet d'économiser de l'argent à long terme.
- Qualité : un système automatisé est souvent plus rapide que l'homme et permet des cadences plus élevées.
- Qualité : un système automatisé est plus fiable que l'homme sur les opérations répétitives.

- Pénibilité : un système automatisé évite à l'homme des tâches pénibles, dangereuse ou en environnement hostile (ex : nettoyage des zones radioactives des centrales nucléaires, etc.).



**Fig. I.5 :** Environnement d'un système automatisé de production

#### **I.4.1. Description des parties qui constituent un système automatisé de production :**

On distingue 3 parties essentielles sur un équipement industriel de production :

##### **a) La partie commande (PC) :**

Elle permet à l'opérateur d'établir le programme qui commande l'automate. La partie commande reçoit les consignes d'un opérateur. Elle adresse des ordres à la partie opérative. Inversement la PC reçoit des comptes rendus de la partie opérative et envoie des signaux à l'opérateur [6].

**L'interface :** elle relie la PO et la PC, c'est un système de traduction d'information entre la partie commande PC et la partie opérative PO [6].

##### **b) La partie opérative (PO) :**

Il s'agit de la partie qui effectue le travail, c'est elle qui reçoit les ordres de la partie commande PC. La partie opérative est constituée des actionneurs (des vérins ou des moteurs) qui exécutent les ordres reçus [6].

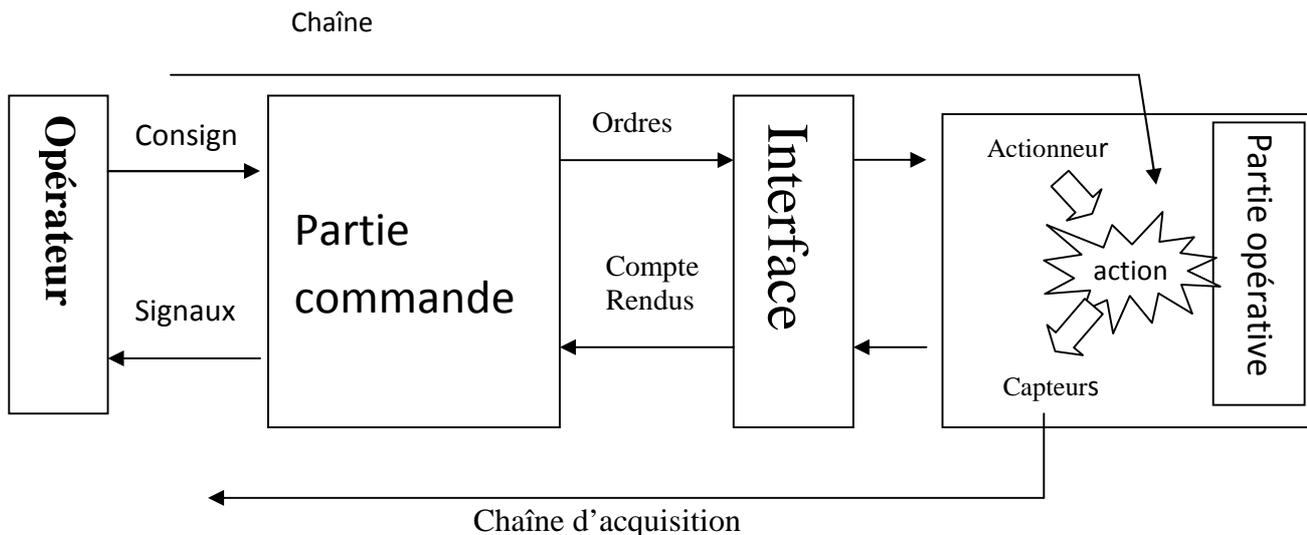
##### **c) La partie dialogue :**

C'est le pupitre de commande qui permet au personnel d'exploitation ou de maintenance d'intervenir sur le système. L'homme envoie des consignes et reçoit des informations sur l'état

du système automatisé à l'aide de la partie dialogue matérialisée par un pupitre de commande (boutons, voyants, écran ...).

La Partie Commande envoie des ordres à la Partie Opérative qui les exécute à l'aide de ses actionneurs (moteurs, vérins ...).

La Partie Opérative renvoie un compte rendu d'informations à la Partie Commande sur son état (position, vitesse, présence de pièces ...) à l'aide de capteurs [6].



**Fig. I.6 :** Chaîne fonctionnelle d'un automatisme

### **I.5. Cahier des charges fonctionnel de la chaîne de production des portes réfrigérateurs :**

Avant de lancer la chaîne de production, dans l'un de ses modes de fonctionnement (mode automatique isolé, ou en automatique solidaire), il est indispensable de mettre tous les composants de la chaîne (chargeur, déchargeur, dispositif de positionnement, de renversement, de soudage à l'arc plasma, de bordage 1 et 2, de perçage des charnières, et de soudage par points multiples, ainsi que la machine tournante et le transporteur) en leurs position de repos mais aussi il faudra impérativement vérifier certaines conditions d'alimentation et d'usure des équipements cités précédemment afin d'assurer le bon déroulement des étapes de production.

#### **I.5.1. Vérification préliminaire avant la mise en marche de la chaîne de fabrication :**

Il est du devoir de l'opérateur avant la mise en marche de la chaîne surtout après un arrêt total de la fabrication de vérifier ces conditions pour éviter tout arrêt non programmé.

Il faut :

- S'assurer du positionnement correct et du bon état des équipements.
- S'assurer de l'état normal du système pneumatique et hydraulique.
- Vérifier qu'il n'y a pas d'objets étranges autour des machines.
- Vérifier qu'il n'y a pas de poussière ou d'ordures sur la surface des tables.
- Positionner toutes les machines à l'usage de machines productrices.

Une fois que toutes les opérations mentionnées ci-dessus ont été effectuées, les machines seront prêtes à fonctionner [2].

Mais comme cité au préalable même les positions initiales doivent à leurs tours être vérifiées.

#### **I.5.2. : définition des conditions initiales :**

##### **a) Vérification préliminaire de la mise en marche du dispositif de positionnement et de renversement :**

Avant de mettre le dispositif de positionnement et de renversement en marche il est utile de s'assurer de [2] :

- L'achèvement du retour du dispositif de renversement.
- L'achèvement du retour du roulement du chariot.
- L'achèvement du retour de la butée.
- L'achèvement du retour du poussoir.
- L'achèvement du retour du poussoir latéral.

##### **b) Vérification préliminaire de la mise en marche du dispositif de soudage à l'arc plasma :**

Les positions initiales à vérifier avant la mise en marche de ce dispositif sont les suivantes :

- La fin du retour de chargement des calibres intérieurs.
- La fin du retour de chargement des calibres extérieurs.
- La fin du serrage de la pièce.
- Fin du retour du support à chalumeau.
- Fin de montée des supports à chalumeau A, B, C, et D.
- Fin de préparation du poste de soudage à l'arc plasma.

##### **c) Vérification pour la machine de bordage n° 1**

Il faut s'assurer de :

- La fin du retour de serrage de pièce.
- La fin du retour des calibres intérieurs.
- La fin de retour des calibres extérieurs.
- La fin du retour du châssis.
- Fin du retour du poinçon.

**d) Vérification pour la machine de bordage n° 2 :**

Il faut s'assurer de :

- La fin du retour de serrage de la pièce.
- La fin du retour de chargement des calibres intérieurs.
- Fin du retour du poinçon.
- Démarrage du dispositif hydraulique pour le perçage de charnière.

**e) Vérification préliminaire de la mise en marche du dispositif de soudage par points multiples :**

- Fin du retour du serrage de la pièce supérieure.
- Interrupteur à flotteur (écoulement d'eau).

**I.5.3. Mise en marche :**

**a) dispositif de positionnement et de renversement :**

La pièce étant à l'entrée du dispositif, les opérations suivantes sont effectuées :

- Le dispositif de positionnement et de renversement est à sa position initiale.
- Transporteur d'entrée en marche (moteur).
- Arrêt de moteur.
- Aspiration de la pièce à l'aide du bloc ventouse dispositif de renversement.
- Renversement de la pièce à l'aide du bras (180°).
- Expiration de la pièce au niveau de la table du chariot.
- Retour du bras de renversement.
- Centrage de la pièce (arrêteur, poussoirs, poussoirs latéraux) sur la table du chariot.
- Déplacement du chariot.
- Retour de l'arrêteur poussoirs latéraux et poussoirs.
- Descente du bras (dans la direction verticale).
- Aspiration de la pièce.
- Montée des bras.

- Retour de la table de chariot à sa position initiale.

**b) la soudeuse à l'arc plasma :**

- Position initiale de la table.
- Détection de la pièce par la table.
- Avance des quatre calibres de serrage.
- Avance des huit calibres extérieurs.
- Avance des quatre tables de chalumeaux.
- Descente des quatre chalumeaux.
- Remontée des quatre chalumeaux.
- Retour des quatre tables de chalumeaux.
- Retour des huit calibres extérieurs.
- Retour des quatre calibres de serrage.
- Retour des quatre calibres intérieurs.

**c) bordage n°1 :**

- Position initiale de bordage.
- Détection de la pièce.
- Avance quatre calibres intérieurs.
- Avance des quatre calibres de serrage.
- Avance des quatre calibres extérieurs.
- Déplacement des deux châssis.
- Retour des châssis.
- Retour des quatre calibres extérieurs.
- Retour des quatre calibres de serrage.
- Retour des quatre calibres intérieurs.

**d) bordage n°2 :**

- Position initiale de la table.
- Détection de la pièce par la table.
- Avance des quatre calibres intérieurs.
- Avance des quatre calibres de serrage.
- Avance des quatre calibres extérieurs.
- Avance des quatre calibres intérieurs de coin.
- Avance des deux déviateurs de la matrice femelle.

- Avance des quatre déviateurs de la matrice femelle de coin.
- Retour des quatre déviateurs de la matrice femelle de coin.
- Retour deux déviateurs de la matrice femelle.
- Retour des quatre calibres intérieurs de coin.
- Retour des quatre calibres extérieurs.
- Retour des quatre calibres de serrage.
- Retour des quatre calibres intérieurs.

**e) la poinçonneuse de charnières :**

- Position initiale de la table.
- Détection de la pièce par la table.
- Avance des quatre calibres intérieurs.
- Avance des quatre calibres de serrage.
- Avance des deux poinçons.
- Retour des deux poinçons.
- Retour des quatre calibres de serrage.
- Retour des quatre calibres intérieur.

**f) soudeuse par points multiples :**

- Avance des quatre calibres intérieurs.
- Avance des quatre calibres de serrage extérieurs.
- Avance des quatre calibres de serrage intérieurs.
- Avance des quatre tables de chalumeaux.
- Retour des quatre tables de chalumeaux.
- Retour des calibres de serrage intérieurs.
- Retour des calibres de serrage extérieurs.
- Retour des quatre calibres intérieurs.

**g) la table rotative :**

- Position initiale de la table.
- Détection de la pièce par la table.
- Rotation de la table.

**h) dispositif de transfert (manutention) :**

Au retour des différentes tables à leurs positions initiales, ce qui permettra aux 07 dispositifs de manutention de fonctionner comme suit :

Après détection de la pièce au niveau des tables (chariot, soudeuse plasma, bordage n°1, bordage n°2, poinçonneuse, soudeuse par points multiples, la table rotative). nous distinguerons les mêmes opérations au niveau des 07 dispositifs de manutention qui se succède comme suit :

- Descente du bras (longitudinal).
- Aspiration de la pièce.
- Montée des bras.

Une fois les bras des 07 dispositifs de manutention sont en haut, il y'aura le déplacement transversal du bras principal du dispositif de transfert.

L'arrivée du bras principal à sa fin de course permettra aux 07 dispositifs de manutention de procéder comme suit :

- Descente du bras (longitudinal).
- Expiration de la pièce.
- Montée du bras.

On appelle un système un assemblage, une collection organisée (possédant une structure) d'objets reliés ou branchés (en interrelation) les uns aux autres, de façon à former une entité ou un tout remplissant une ou plusieurs fonctions.

Un système est un produit artificiel de l'esprit des hommes.

L'homme a rapidement été confronté à sa faible capacité physique et appris à maîtriser d'autres sources d'énergie pour accomplir des tâches à sa demande.

Un grand nombre de systèmes techniques sont apparus, pour lesquels l'homme commande, en fournissant une faible énergie, un système mettant en œuvre de grandes énergies.

Récemment, l'homme a aussi cherché à rendre les systèmes automatiques, en intégrant au système une partie commande qui pilote la partie opérative de manière autonome.

### **II.1. L'étude technique des composants d'un système automatisé :**

Tout système automatisé peut se décomposer en trois parties :

#### **II .1.1.partie opérative :**

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre [6].

##### **a)Actionneur**

L'actionneur est un organe qui convertit l'énergie qui lui est fournie par le pré-actionneur en un travail utile à l'exécution de tâches, éventuellement programmées.les actionneurs sont classés selon le type d'énergie qu'ils reçoivent : énergie électrique, pneumatique et hydraulique.

##### **b) Effecteur**

L'effecteur est situé à la suite de l'actionneur pour finaliser le travail, il produit l'effet attendu Par exemple : la pince du robot.

#### **II.1.2.Partie commande :**

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs. Ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique) et les actionneurs. Exemple : contacteurs, distributeur, etc.

Ces pré-actionneurs sont commandés à leurs tours par le bloc traitement des informations.

Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs /détecteurs [6].

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle alors de la logique câblée), cette partie sert à commander les pré-actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et /ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication [1].

**a) Pré-actionneurs :**

Interface entre la partie commande (PC) et la partie opérative (PO). Sa fonction est de transmettre les ordres de la PC à la PO.

Généralement, ils sont utilisés pour commander des puissances en fonction d'un signal de commande de faible puissance [1].

**b) Capteur :**

Les capteurs fournissent à la partie commande des comptes-rendus sur l'état du système (la partie opérative). Ils peuvent détecter ou évaluer des positions, des pressions, des températures, etc.

**II.1.3. Poste de contrôle :**

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander système (marche, arrêt, départ de cycle, etc.).

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface Homme- machine (IHM).

**II.2. Les actionneurs :****II.2.1. Définition :**

Dans une machine ou un système de commande à distance semi-automatique ou automatique, un actionneur est l'organe de la partie opérative qui reçoit un ordre de la partie commande via un éventuel pré actionneur.

Il convertit l'énergie qui lui est fournie en un travail utile à l'exécution de tâches, éventuellement programmées d'un système automatisé [6].

Ce système se compose des actionneurs suivants :

- Les vérins.
- Les moteurs.
- Les ventouses.

**II.3. Les capteurs :**

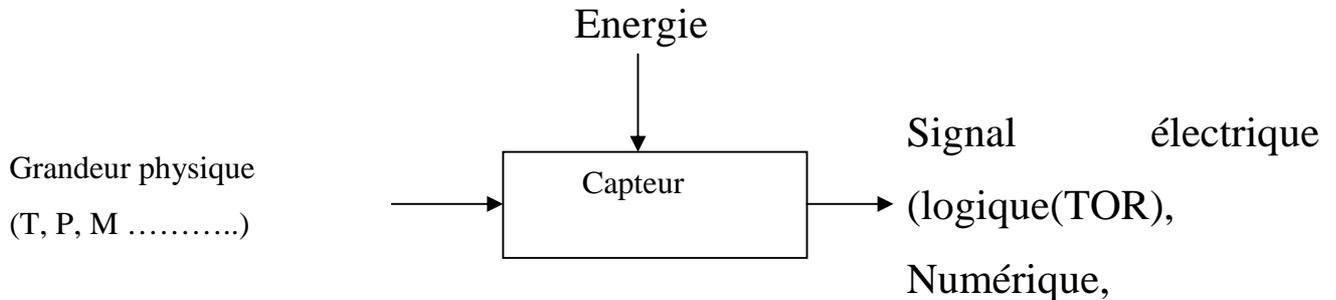
Les capteurs jouent des rôles de plus en plus important dans l'industrie car ce sont eux qui permettent de mesurer les effets des phénomènes de toutes natures qui agissent sur l'environnement de l'homme, avec l'évolution de la technologie, l'électronique en particulier, leur importance s'accroît car il permette d'assurer la liaison homme – machine – environnement [5].

Nous voulons essayer de faciliter le choix des capteurs en rappelant tout d'abord les principes de base qu'ils utilisent et leurs principales caractéristiques.

### II.3.1. Qu'est ce qu'un capteur :

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle ou de commande.

Les grandeurs physiques intéressant l'industrie sont multiples et le nombre de capteurs correspondant est très important [5].



### II.3.2. Type de capteurs :

- **TOR** : Ce sont les capteurs les plus répandus en automatisation Courante : Capteur à contacts mécaniques, détecteurs de proximité, détecteur à distance ..., Ils délivrent un signal 0 ou 1 dit tout ou rien.
- **Analogique** : Les capteurs analogiques traduisent des valeurs de positions, de pressions, de températures ... sous forme d'un signal (tension ou courant) évoluant continuellement entre deux valeurs limites.
- **Numérique** : transmettent des valeurs numériques précisant des positions, des pressions, pouvant être lus sur 8, 16,32 bits. Soit en parallèle sur plusieurs conducteurs, soit en série sur un seul conducteur.

Dans ce qui suit nous allons parler des différents capteurs utiliser dans notre projet.

### II.3.3 Détecteur de proximité :

Ces capteurs sont très répandus de part leurs nombreuses applications, chaque fois qu'il est nécessaire de détecter sans contact physique la présence d'un élément.

Ses avantages :

- Pas d'usure (possibilité de détecté des objets fragile)
- La durée de vie est indépendante du nombre de manœuvres
- Très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante ...)

#### a) Le système barrage

L'objet à détecter coupe le faisceau qui va de l'émetteur au récepteur. Ce système à une grande portée (jusqu'à 30m), il permet une détection fiable, il est particulièrement adapté pour :

- La détection des matériaux opaques.

- Les environnements pollués (pluie, poussière...).
- Les longues distances.

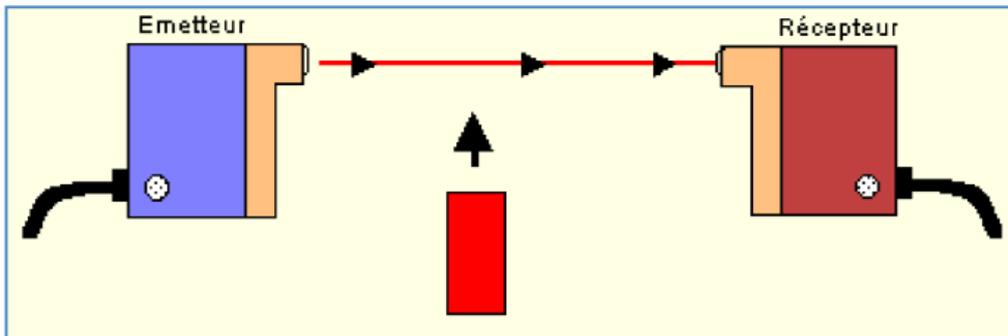


Fig. II.1. Système barrage.

**b) Le système de proximité (réflexion directe) :**

L'émetteur et le récepteur sont dans le même boîtier, le faisceau lumineux est réfléchi par l'objet qui pénètre dans la zone de détection, il a une portée de 1.5m, adapter pour :

- Les applications où la détection n'est possible que d'un côté.
- Les objets transparents.

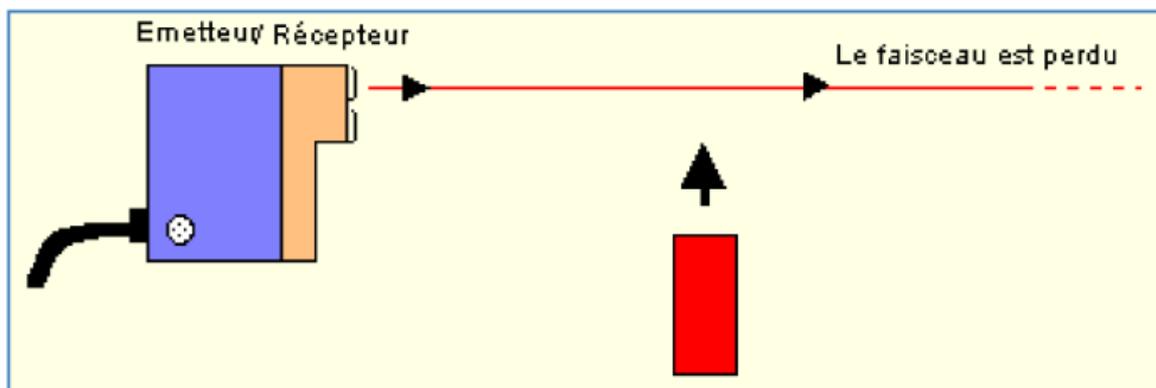


Fig. II.2. Système de proximité

**c) Capteur à commande mécanique**

Ils détectent par contact la présence d'une pièce ou l'état d'un élément mobile. On les appelle encore interrupteur de fin course ou de position, lorsqu'ils sont actionnés, ils ouvrent ou ferment un ou plusieurs circuits électriques ou pneumatiques.

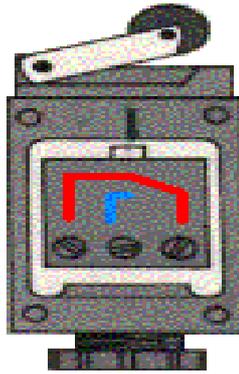


Fig. II.3. Capteur à commande mécanique

**II.4. Etude de l'armoire de commande**

Cet équipement est utilisé pour la commande de la chaîne de fabrication des portes de réfrigérateur.

Elle est aussi un outil de supervision par l'intermédiaire des différents voyants lumineux on peut vérifier toutes les conditions initiales des différents équipements de la machine.

Elle est aussi d'une aide précieuse pour la maintenance car le dysfonctionnement d'un équipement engendre soit l'enclenchement de l'alarme présente sur cette dernière ou l'absence de signalisation de la position initiale de l'équipement en question [2].

**II.4.1. L'alimentation de l'armoire :**

Cette armoire de commande est alimentée sous 380 v

**II.4.2. Les composants de cette armoire de commande :**

L'aspect extérieur de l'armoire de commande nous laisse voir un :

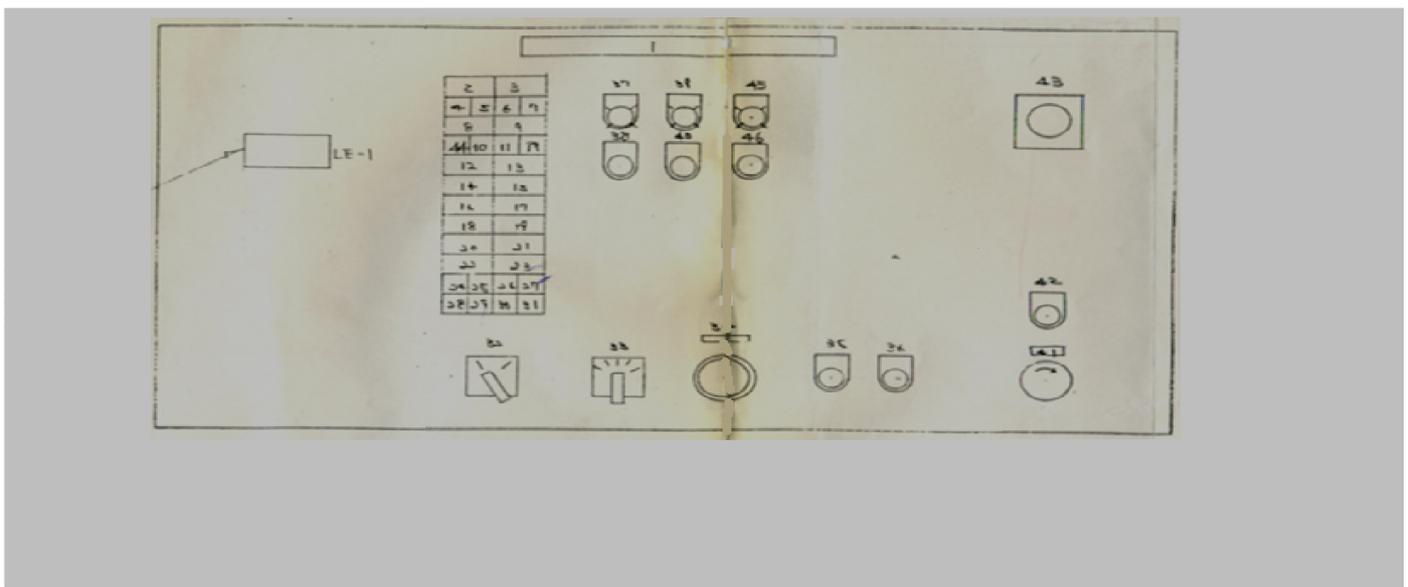


Fig. II.4. Schéma cinétique de l'armoire de commande

1	Alimentation principale
2	Alimentation de commande
3	Commande automatique solidaire
4	Commande automatique isolé
5	Commande manuelle
6	Machine en préparation
7	Prêt à marcher
8	Marche automatique solidaire
9	Chargeur- position initiale
10	Transfert -position initiale
11	Soudage 'plasma'- position initiale
12	Soudage 'plasma' fonctionnement automatique
13	Bordage n°1 position initiale
14	Bordage n°1 fonctionnement automatique
15	Bordage n°2 position initiale
16	Bordage n°2 fonctionnement automatique
17	Poinçonnage position initiale
18	Poinçonnage fonctionnement automatique
19	Soudage 'point multiple' position initiale
20	Soudage 'point multiple' fonctionnement automatique
21	Rotation a 90° position initiale
22	Arrêt du fonctionnement solidaire
23	Arrêt de cycle
24	Chute de pièce
25	Arrêt d'urgence
26	Déclenchement relais thermique
27	Dépassement du chalumeau
28	Alimentation de commande arrêt- alimentation
29	Mode d'opération
30	Marche automatique solidaire
31	Arrêt du fonctionnement solidaire
32	Arrêt du cycle
33	Pompe hydraulique pour transfert marche

34	Arrêt
35	Pompe hydraulique pour poinçonnage marche
36	Arrêt
37	Arrêt d'urgence
38	Réarmement
39	Sonnerie d'alarme
40	Pompe à vide pour transfert marche
41	Arrêt

D'autre part l'aspect intérieur de l'armoire nous laisse voir :

Une partie commande qui se compose :

- Des relais pour la commande.
- Des condensateurs qui aident aux démarrages des moteurs.
- Des variateurs de vitesse d'exécution.
- Des résistances.
- Des séquenceurs pour la commande : aux entrées de ces derniers sont reliés tous les capteurs de la chaîne et à leurs sorties sont reliés tous les pré-actionneurs de la chaîne.

Et une partie puissance comportant :

- Deux transformateurs abaisseur pour fournir la tension d'alimentation des pré-actionneurs et de la partie commande.
- Dix disjoncteurs.
- Des relais pour les groupes hydrauliques.
- Contacteurs de puissance.

### II.4.3. Etude des séquenceurs

#### II.4.3.1. Définition :

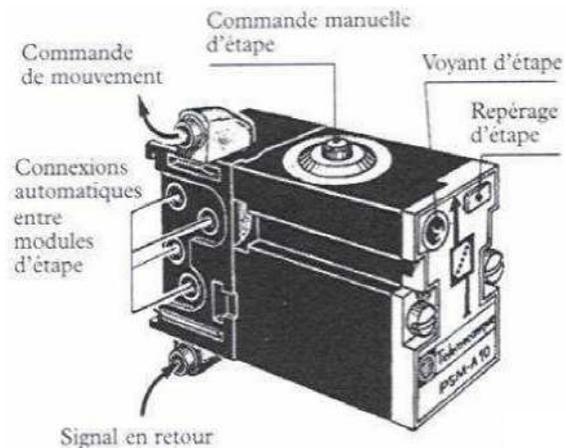
Le séquenceur permet d'obtenir le fonctionnement d'un cycle complexe sans qu'une action intempestive ne vienne perturber le cycle.

Cette solution permet une étude simplifiée à partir du Grafcet et un fonctionnement offrant toutes les garanties de sécurité [9].

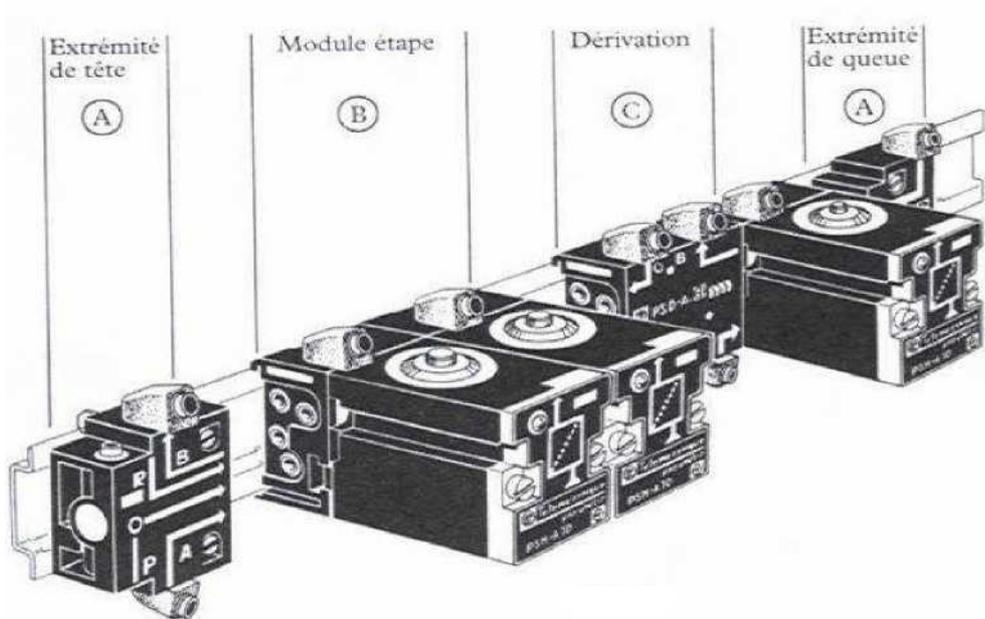
**II.4.3.2. Description du module séquenceur :**

Ce module comprend deux parties distinctes :

- Une embase de connexions des modules entre eux avec raccords.
- Une commande de mouvement et signal de retour.
- Un module de commande vissé sur l'embase.



**Fig. II.5 :** image séquenceur



**Fig. II.6:** image montrant les principaux composants d'un séquenceur

**Extrémité de tête**

Elle comporte :

- P : Arrivée de pression
- R : Entrée de remise à 0 du séquenceur (des modules)
- A : entrée d'armement
- B : retour du module n-1 (si n étapes dans le Grafcet)

**II.4.3.3.Principe de la Commande d'un cycle par séquenceur :**

En assurant le déroulement du cycle, le séquenceur constitue l'épine dorsale du schéma de commande. La liaison entre GRAFCET et SEQUENCEUR est directe :

- À chaque étape du GRAFCET correspond un module d'étape du SEQUENCEUR

(Sauf pour l'étape initiale)

- Ces modules s'associent de façon qu'à chaque branche de GRAFCET corresponde un bloc SEQUENCEUR dans l'équipement de commande.

#### **II.4.3.4. Avantage des séquenceurs**

Les séquenceurs sont conçus pour faciliter à la fois la réalisation et l'exploitation des machines. Pour la réalisation, on observe que la modularité permet de s'adapter à chaque cycle ; l'implantation et le câblage sont très simples. Pour ce qui concerne l'exploitation, on remarque :

- La simplicité de mise en œuvre, qui peut se faire par du personnel non spécialiste en automatisme ;
- La source d'énergie pour la commande est la puissance est la même, ce qui en fait un système homogène ;
- La recherche de panne est facile ; le séquenceur est équipé d'un système de visualisation qui matérialise l'étape d'arrêt par un voyant.
- Lors d'un arrêt intempestif de la machine, le séquenceur affiche ainsi l'étape d'arrêt et permet de diagnostiquer rapidement la panne
- En cas de panne, il suffit de changer le module défaillant (maintenu par deux vis sur son embase), sans avoir à démonter l'ensemble.

#### **II.4.3.5. Inconvénients des séquenceurs :**

Malgré leur facilité d'utilisation, la part qu'occupent les séquenceurs dans l'industrie est minime, les raisons qui mènent les industriels à préféré les nouvelles technologies (API) aux séquenceurs sont :

- Pour les grandes chaînes de fabrication la commande par un séquenceur reste à éviter, car le câblage qui sera induit pas ce type de commande reste très grand et en cas de modification dans le programme il faut impérativement modifier le câblage existant.
- Le manque qu'enregistrent les industriels a trouvé les pièces de rechanges des séquenceurs.
- La vitesse d'exécutions des taches par un séquenceur reste très lente en comparaison à celle des automates.
- Les automates nous permettent avec un seul API de programmer plusieurs stations et de les mètrent en communication avec les bus de terrain chose que le séquenceur est incapable de faire, etc.

**II.5. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons décrit la chaîne (chaîne de fabrication des portes de réfrigérateur) et les composants essentiels qui la constituent.

Mais aussi nous avons donné les causes du changement que nous avons décidé d'apporter sur cette chaîne de fabrication et pourquoi vouloir changer un séquenceur contre un automate.

Un système n'est jamais isolé de l'extérieur, mais au contraire il interagit avec lui. Pour modéliser un système, il faut donc non seulement modéliser ses constituants, les liaisons entre ces derniers, mais aussi les relations avec les éléments du milieu extérieur qui définissent les limites du système.

Les systèmes industriels étant par nature complexes, un certain nombre d'outils graphiques permettent de donner une représentation simplifiée du système selon un point de vue particulier. Les différentes représentations seront adaptées à différentes analyses du système.

### **III.1.L'étude des automates programmable industriels :**

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande [3].

Les coûts de l'électronique permettent alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles.

Avant les industriels utilisaient des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques pour la réalisation des parties commandées c'est ce qu'on appelle la logique câblée.

Mais cette dernière avait beaucoup d'inconvénients parmi eux on cite :

- Son coût très élevé.
- Pas de flexibilité.
- pas de communication possible.

La solution proposée était l'utilisation de systèmes à base de microprocesseurs permettant une modification aisée des systèmes automatisés c'est l'ère de la logique programmée qui vient de naître.

Les ordinateurs de l'époque étant chers et non adaptés aux contraintes du monde industriel, les automates devaient permettre de répondre aux attentes de l'industrie.

Dans ce présent chapitre, nous allons donner une définition d'un Automate Programmable Industriel (A.P.I) d'une manière générale, sa structure (externe et interne), ses différentes fonctions ainsi que ces critères de choix mais aussi nous allons parler du S7-300 qui nous concerne pour la réalisation de notre projet.

#### **III.1.1. Définition d'un API**

Un automate Programmable Industriel (API) est une machine électronique programmable, adaptée à l'environnement industriel et destinée à piloter des procédés. Son fonctionnement est défini par un programme ; donne des ordres aux pré-actionneurs à partir des données d'entrées (capteurs, détecteurs ...), rend des comptes en permanence de son état et dialogue avec l'opérateur et le processus [11].

### III.1.2. Domaines d'utilisation des API :

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie...).

Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes [11].

### III.1.3. Nature des informations traitées par l'automate :

Les informations peuvent être de type :

- **Tout ou rien (TOR)** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir, etc.
- **Analogique** : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température.....)
- **Numérique** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

### III.1.4. Architecture d'un API :

#### a) Aspect extérieur :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

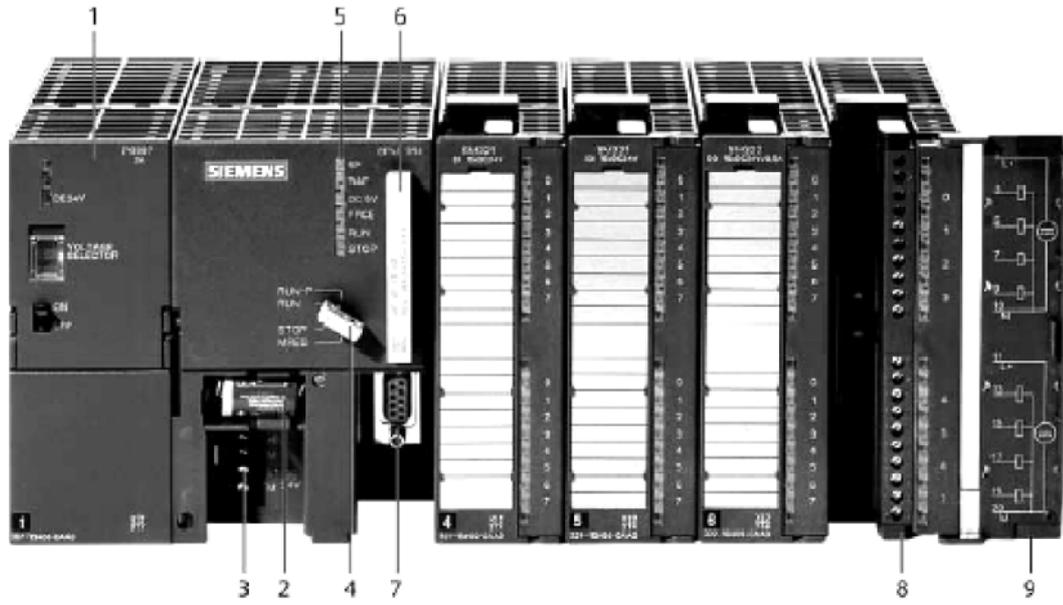
De type **compact**, on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crozet...) des micros automates.

Il intègre le processus, l'alimentation, les entrées et sorties. Selon le modèle et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates sont de fonctionnement simple, généralement destinés à la commande de petits automatismes.

De type **modulaire**, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le « font de panier » (bus plus connecteurs).

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires [11].

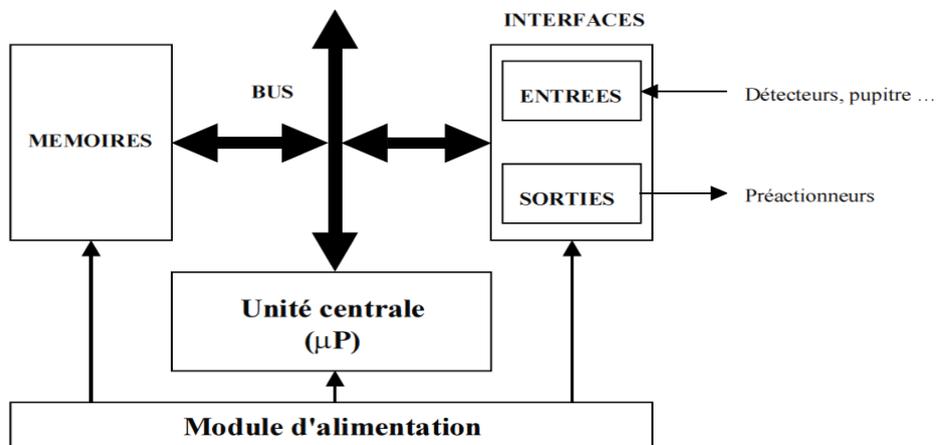


Automate modulaire (Siemens)

**Fig. III .1:** l'architecture d'un API

- 1- Module d'alimentation.
- 2- Pile de sauvegarde.
- 3- Connexion au 24V cc.
- 4- Commutateur de mode (à clé).
- 5- Led de signalisation d'état et de défauts.
- 6- Carte mémoire.
- 7- Interface multipoint (MPI).
- 8- Connecteur frontal.
- 9- Volet en face avant.

b) **Structure interne :**



**Fig.III.2 :** la structure interne d'un API

- Module d'alimentation : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- Unité centrale : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...).
- Le bus interne : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.
- Mémoire : elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.
- Interfaces d'entrées / sorties :
  - Interface d'entrée : elle permet de recevoir les informations du S.A.P ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage,...) ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).
  - Interface de sortie : elle permet de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation du SAP tout en assurant l'isolement électrique.

**Fonctions réalisées :**

Les automates compacts permettent de commander des sorties en T.O.R et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique.

Les automates modulaires permettent de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks. Ces modules ont l'avantage de ne pas surcharger le travail de la CPU car ils disposent bien souvent de leur propre processeur.

**III.1.5 principales fonctions :**

- Cartes d'entrées / sorties : au nombre de 4, 8, 16 ou 32, elles peuvent aussi réaliser des fonctions d'entrées, de sorties ou les deux.

Ce sont les plus utilisées et les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternatif...).

Les voies peuvent être indépendantes ou posséder des « communs ».

Les cartes d'entrées permettent de recueillir l'information des capteurs, boutons ... qui lui sont raccordés et de la matérialiser par un bit image de l'état du capteur.

Les cartes de sorties offrent deux types de technologies : les sorties à relais électromagnétiques (bobine plus contact) et les sorties statiques (à base de transistors ou triacs).
- Cartes de comptage rapide : elles permettent d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate.

- Carte de commande d'axe : elles permettent d'assurer le positionnement avec précision d'élément mécanique selon un ou plusieurs axes.
- Cartes d'entrées / sorties analogiques : elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique (CAN) indispensable pour assurer un traitement par microprocesseur.

Les grandeurs analogiques sont normalisées : 0-10V ou 4-20mA.

### III.1.6. Traitement du programme par un automate :

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

- **Traitement interne** : l'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres système (détection des passages en RUN / STOP, ...).
- **Lecture des entrées** : l'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.
- **Exécution du programme** : l'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
- **Ecriture des sorties** : l'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions dans la mémoire image des sorties.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

On appelle scrutation l'ensemble des quatre opérations réalisées par l'automate et par le temps de scrutation le temps mis par l'automate pour traiter la même partie de programme. Ce temps est de l'ordre de la dizaine de millisecondes pour les applications standards.

### III.1.7. Critère de choix d'un automate :

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà de départ.

Les grandes sociétés privilégieront deux fabricants pour faire jouer la concurrence et pouvoir « se retourner » en cas de « perte de vitesse » de l'un d'entre eux.

Le personnel de maintenance doit toutefois être bien renseigné sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées/ sorties nécessaire devient élevé.

- Type de processeur : taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonction ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage...) permettront de « soulager » le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution,...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus...)

Pour notre cas, l'unité froid de l'ENIEM, concernée par le projet, à apporté son choix sur l'automate programmable industriel SIMATIC S7-300.

Les caractéristiques de l'API S7-300 conviennent parfaitement à ces exigences car il peut gérer sans extension 256 entrées/sorties et avec extension jusqu'à 1024 entrées / sorties (numérique, logique ou analogique).

### III.2.Présentation de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est constitué d'un module alimentation, de modules d'entrée et de module de sortie. A ceux-ci peuvent s'ajouter des processeurs de communication et des modules de fonctions spéciales [7].

#### III .2.1.Constitution de l'automate S7 300 :

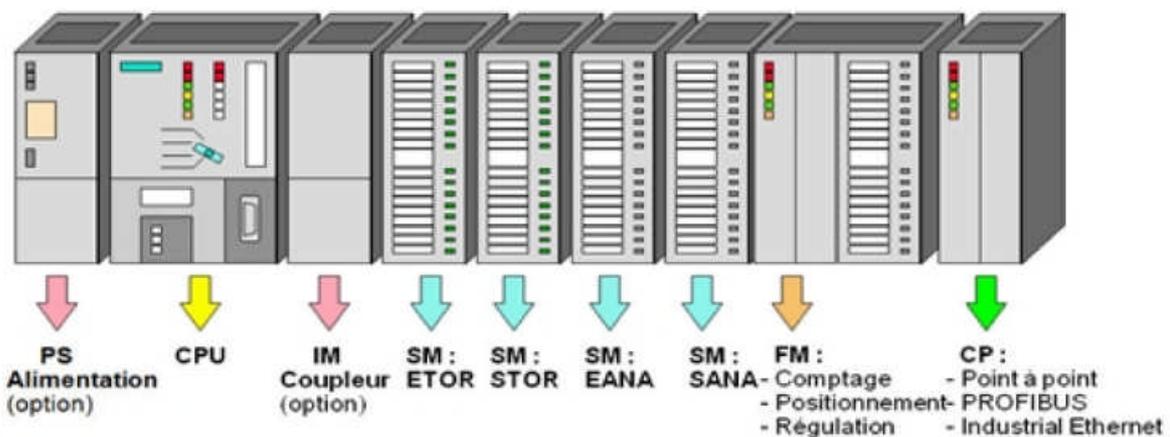


Fig.III.3 : constituants d'un automate

#### a) L'unité centrale :

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme de l'utilisateur et commande des sorties. Elle permet le réglage de comportement au démarrage et le diagnostic de défaut par LEDS.

L'utilisateur a le choix parmi plusieurs CPU aux performances étagées. Le module de CPU est l'unité dans lequel le programme sera stocké.

**b) Interface MPI :**

MPI « interface multipoints » est l'interface de la CPU vers les consoles de programmation (PG) ou pour la communication avec plusieurs stations au sein d'un-sous-réseau MPI.

**c) Commutateur de mode de fonctionnement :**

Le commutateur de mode permet d'échanger le mode de fonctionnement, chaque position du commutateur de mode autorise certaines fonctions à la console de programmation telle que RUN-P, RUN, STOP est MRES.

**d) Signalisation des états**

Certains états de l'automate sont signalés par LEDs sur la face avant de la CPU tel que par exemple RUN :

- Etat de mise en fonctionnement.
- Clignotement à la mise en route de la CPU.
- Allumage continu en mode RUN.

**e) Carte mémoire :**

Une carte mémoire peut-être montée à la CPU, elle conserve le programme en cas de coupure de courant, même en absence de la pile.

**f) La pile :**

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

**g) Module d'alimentation :**

Le S7-300 nécessite une tension de 24 Vcc. Le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur de 220 V en tension de 24V. Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe. Sur le module d'alimentation (ci-dessous) nous trouverons l'interrupteur de mise sous tension de l'automate. Cas de surcharge de la tension un témoin se met à clignoter.

**h) Les coupleurs :**

Les coupleurs permettent à l'automate de communiquer avec le milieu extérieur (console, imprimantes...) ou de le relier avec d'autres automates.

**i) Module de signaux (SM)**

Il comporte plusieurs signaux tels que : STOR ; ETOR ; SANA ; EANA ; ou E/SANA, et E/STOR, ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le S7-300.

**j) Modules d'entrées et de sorties tout ou rien (TOR)**

Les API offrent une grande variété d'entrées/sorties TOR adaptées aux milieux auxquels ils sont soumis. Ces entrées/sorties peuvent accepter des informations en courant ou en tension, alternatifs ou continus.

**k) Modules d'entrées TOR**

Un module d'entrée doit permettre à l'unité centrale de l'automate, d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs qui lui sont associés (modules 4, 8, 16 ou 32 entrées). A chaque entrée correspond une voie qui traite le signal électrique pour élaborer une information binaire.

Le processeur de l'automate vient questionner le module ; le contenu du mot d'entrées du module est alors recopié dans la mémoire de données de l'automate programmable.

Les modules d'entrées « Tout Ou Rien » permettent de raccorder à l'automate différents capteurs logiques tel que les boutons poussoirs, les fins de course, etc.

#### **l) Modules de sorties TOR :**

Un module de sortie permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs. Il réalise la correspondance : état logique signal électrique.

Les modules de sorties Tout Ou Rien permettent de raccorder à l'automate différents pré-actionneurs tels que : les électrovannes, les contacteurs, etc.

#### **m) Modules d'entrée et de sortie analogique**

Les modules d'entrées/sorties analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques issus de processus en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300 et des signaux numériques du S 7-300 en signaux analogiques destinés au processus.

#### **n) Module de fonction (FM) :**

Il a pour rôle l'exécution de tâche du traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme le comptage, le positionnement et la régulation.

#### **o) Modules de communication (CP)**

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine ou machine-machine ; ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communication :

- Point à point.
- Profibus.
- Industriel Ethernet.

#### **p) Châssis d'extension (UR)**

Il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Il permet le montage et le raccordement électrique de divers modules tels que : les modules d'entrées/sorties et l'alimentation. Il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrées/sorties.

### III.2.2. Programmation de l'automate S7-300

La programmation des automates de la famille S7 se fait par la console de programmation ou par PC et sous un environnement WINDOWS, via le langage de programmation Step7 [8].

Step7 présente trois langages de programmations :

- Step7 basis: CONT, LOG, LIST.
- S7\_SCL.
- S7-GRAPH.

Le langage le plus utilisé est le Step7 basis

#### **Step7 basis: CONT, LOG, LIST.**

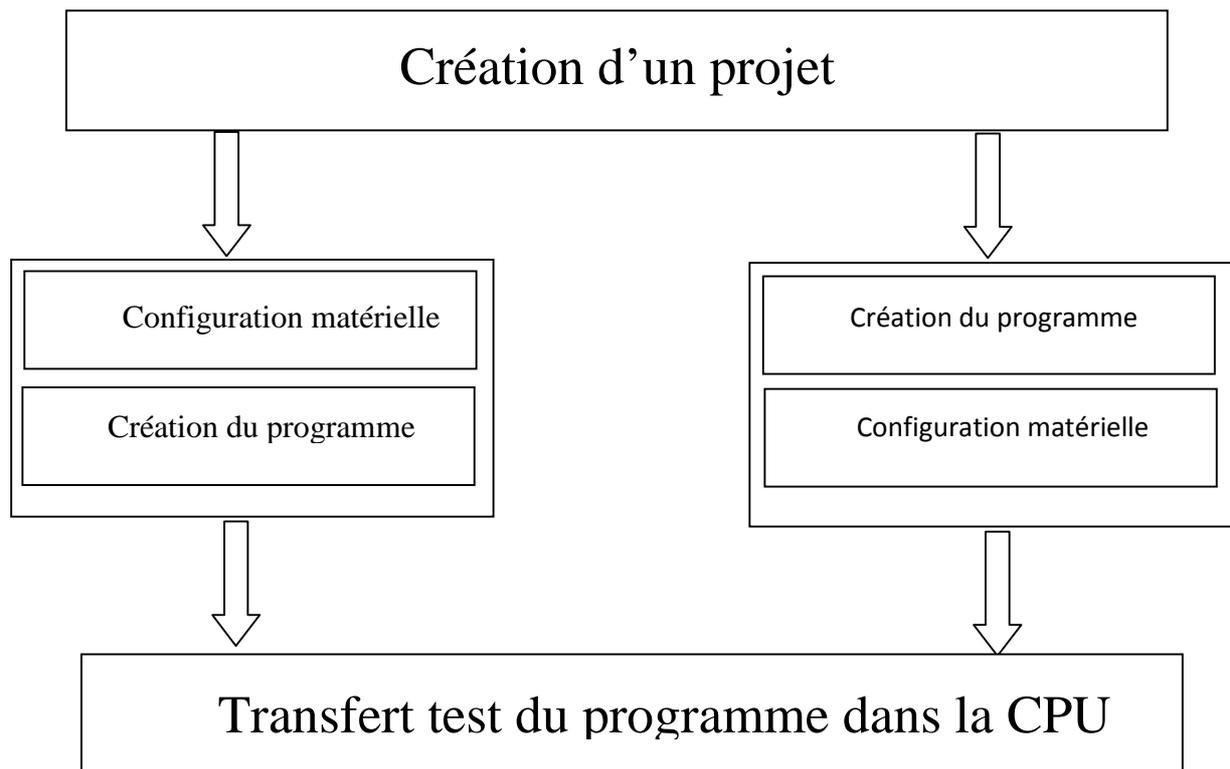
Langages de programmation disponibles sur Step7 basis sont les suivant : CONT, LIST, LOG. Les différents langages peuvent généralement être combinés et convertis de l'un à l'autre.

### III.2.3.La création d'un projet sous STEP7

Pour créer un projet STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action. En effet, nous avons deux (02) solutions possibles :

- Solution 1 : commencer par la configuration matérielle.
- Solution 2 : commencer par la création matérielle de STEP 7 présente l'avantage de la sélection automatique des adresses.

Le schéma suivant illustre les deux solutions possibles, lors de la conception d'une solution d'automatisation [8].



**Fig.III.4 :** création d'un projet sous STEP7

#### **III.2.4. Configuration matérielle d'un automate de la famille S7 :**

La configuration matérielle consiste en la disposition de profilés support ou châssis (racks), de modules et d'appareils de la périphérie centralisée.

Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut afficher un nombre défini de module, comme dans les châssis réels [8].

Le STEP7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de la configuration (voir la figure ci-dessous).

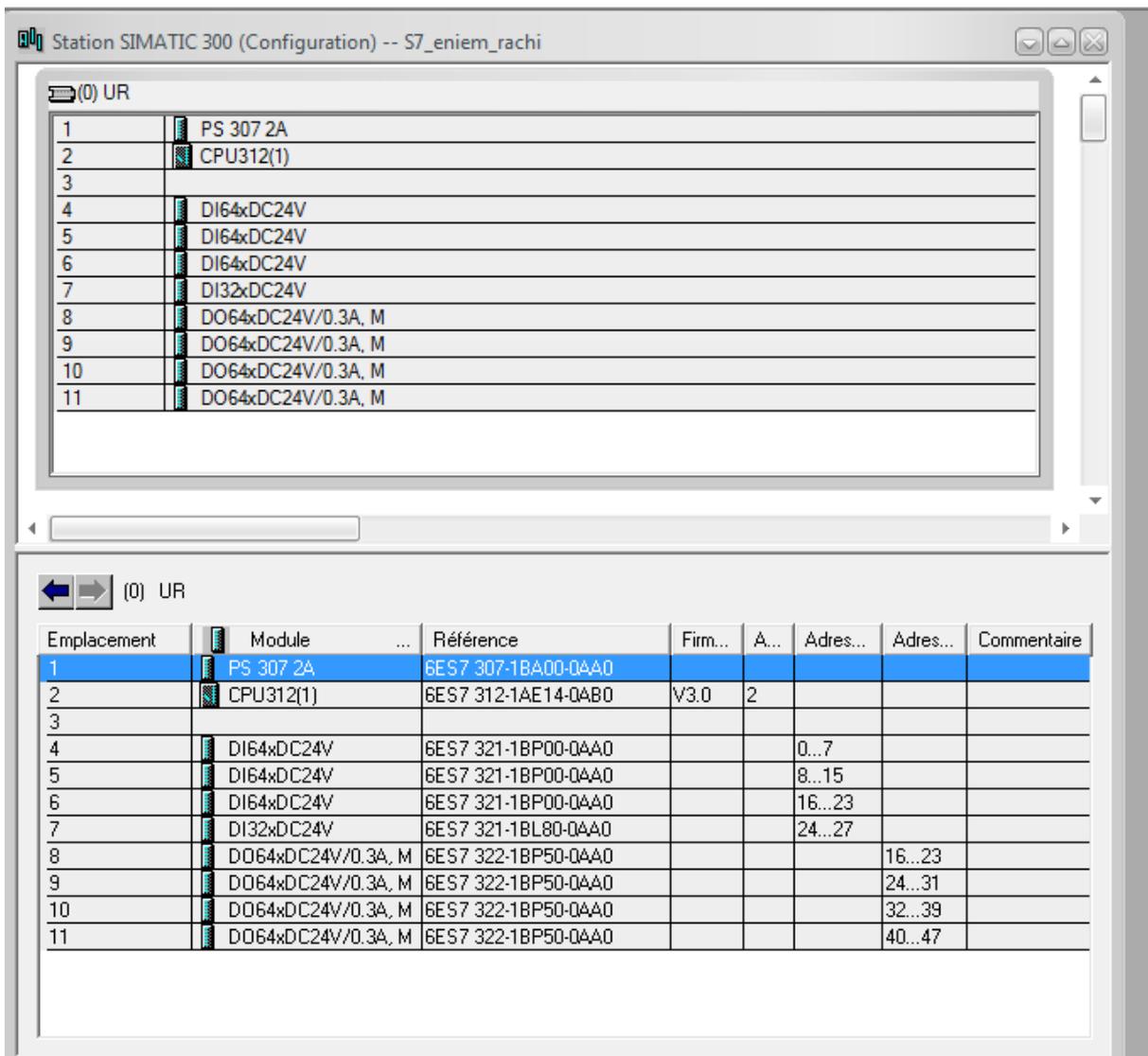


Fig.III.5 : La configuration matérielle d'un automate

- **Blocs du programme utilisateur**

Il faut avoir l'habitude de subdiviser le procédé à automatiser en différent

Les parties d'un programme utilisateur structuré correspondant à ces différentes tâches, sont

Les blocs de programmes.

Le STEP7 offre la possibilité de structurer le programme utilisateur, c'est

Subdiviser en différentes parties autonomes qui donnent les avantages suivants :

- Ecrire des programmes importants et clairs
- Standardiser certaines parties du programme
- Simplification de l'organisation du programme
- Modification facile du programme
- Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section
- Faciliter la mise en service

Le logiciel de base STEP7 dans ses différents langages de programmation possède un nombre important de blocs utilisateur, destiné à structurer le programme utilisateur.

❖ **Bloc d'organisation (OB)**

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation.

Il contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

❖ **Bloc fonctionnel (FB)**

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélérateur), etc.

❖ **Fonction (FC)**

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur programme. Elles ne possèdent pas de mémoires. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les Fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données.

Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :

- · Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique).
- · Exécuter une fonction technologique.

❖ **Bloc de données (DB)**

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données, on a deux types de bloc.

Tous les FB, FC, OB peuvent lire les données contenues dans un DB global ou écrire des données dans un DB global. Ces données sont conservées dans le bloc de données même lorsqu'on quitte le DB.

### **III.2.5.Présentation du S7-PLCSIM :**

Le simulateur de module physique S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate de simulation, que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7 [8]. Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de commander les différents paramètres utilisés par le programme (comme activés ou désactivés des entrées).

Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7, comme par exemple, le test de bloc afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties.

- **Commande de la CPU :**



**Fig.III.6 :** la commande de la CPU

- SF : signale une erreur dans le système.
- DP : indique l'état de communication avec les E/S décentralisées.
- DC : indique si la CPU est mise sous tension ou non.
- RUN : indique si la CPU est en mode de visualisation.
- STOP : indique que la visualisation est arrêtée
- RUN-P, RUN : c'est pour sélectionner le mode de fonctionnement de la CPU.
- MRES : c'est pour effectuer un effacement général de la mémoire de la CPU

### III.2.6. Les modes de fonctionnement de la CPU :

- Mode STOP : dans ce mode, la CPU n'exécute pas le programme et pour pouvoir charger un programme, la CPU doit être obligatoirement dans ce mode.
- Mode RUN : dans ce mode, la CPU exécute le programme mais on ne peut ni charger de nouveaux programmes ou blocs ni forcer les variables.
- Mode RUN-P : le programme est exécuté dans la CPU, et il est possible de charger des nouveaux programmes ou blocs et de commander les variables en utilisant les applications de STEP7.

#### ➤ Visualisation de l'état de programme

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode « RUN-P » le STEP7 nous permet de visualiser l'état du programme soit en cliquant sur l'icône en sélectionnant la commande Test Visualiser.

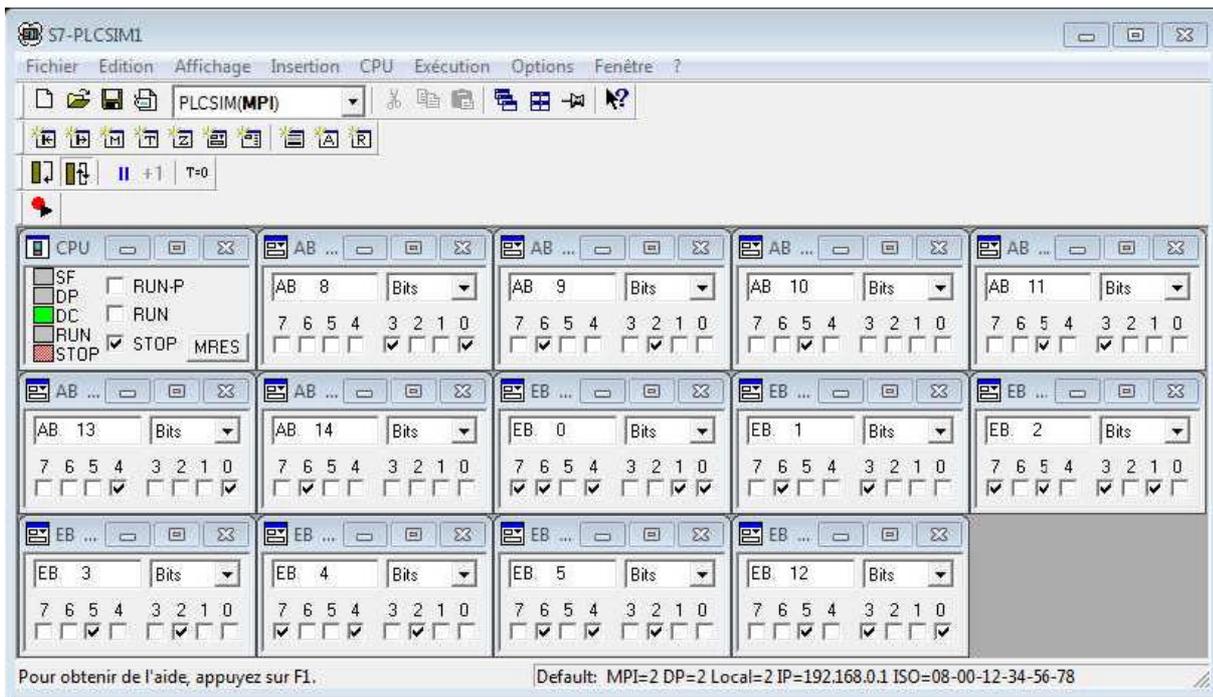


Fig.III.7 : Visualisation de l'état d'un programme

### III.3.Langages de programmation :

Il existe 4 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3.

Chaque automate se programme via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique.

#### a) Liste d'instruction (IL : Instruction List) :

Le langage liste est langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs).c'est un langage qui reste très peu utilisé par les automaticiens.

#### b) Langage littéral structuré (ST : Structured Text) :

C'est un langage informatique de même nature que le pascal, il utilise les fonctions comme if... then... else... (Si... alors... sinon...).

#### c) Langage à contacts (LD : Ladder Diagram) :

Langage graphique développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels, il s'organise en réseaux (labels).

#### d) Blocs fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram) :

Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec des entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables.

e) **Programmation à l'aide du GRAFCET (SFC : Sequential Function Chart) :**

Comme cité précédemment, le GRAFCET, langage de spécification, est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes [4].

On peut également traduire un Grafcet en langage contacts et l'implémenter sur tout type d'automate.

Certains logiciels permettent une programmation totale en langage GRAFCET et permettent de s'adapter à la plupart des automates existants (logiciels CADEPA ou AUTOMGEN).

Le GRAFCET (graphe de commande étapes transition) est un outil graphique de représentation du cahier des charge d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Il est basé sur les notions d'étapes auxquelles sont associées des actions et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus [4].

Le GRAFCET est constitué d'une succession d'étapes/transition avec des liaisons orientées, tel est montré sur la Fig. III.8

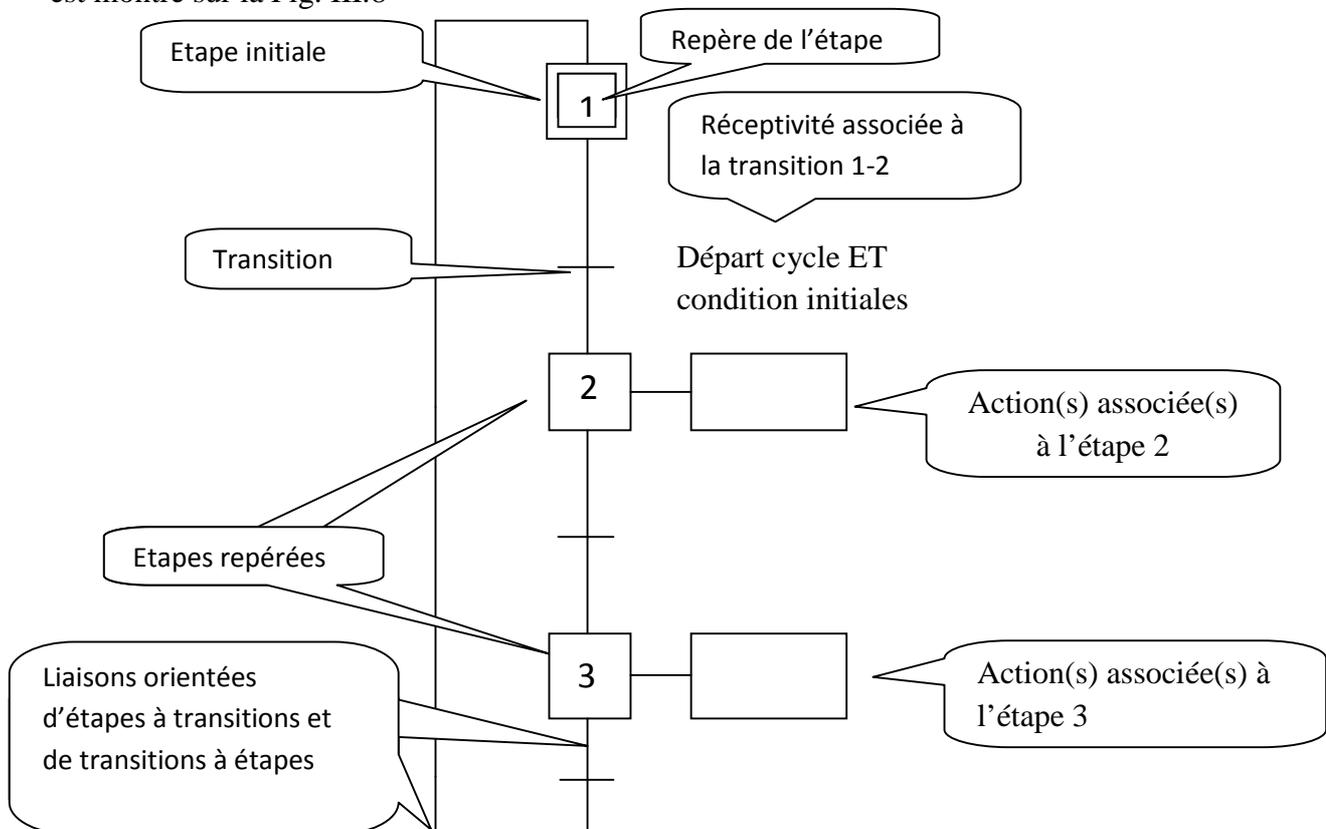


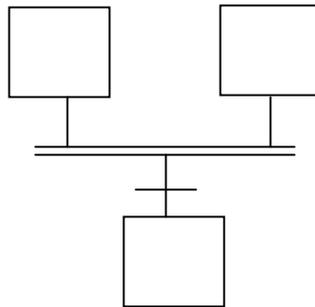
Fig.III.8 : le schéma global de la structure d'un grafcet

### III.4. Les règles de construction :

#### III.4.1. Règle de syntaxe :

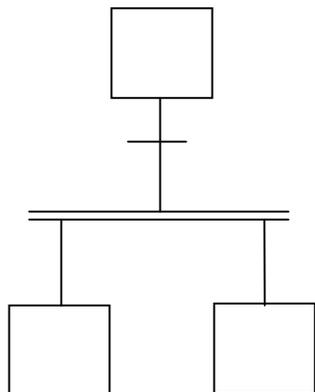
L'alternance étape transition et transition étape doit toujours être respecté quelle que soit la séquence parcourue. Deux étapes ou deux transition ne doivent jamais être reliées par une liaison orientée. la liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition ou une transition à une étape [4].

- a) si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs à l'aide d'une double barre horizontale appelée « convergence en ET »



**Fig.III.9** convergence en ET

- b) Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition alors on regroupe les arcs à l'aide d'une double barre horizontale appelée « divergence en ET ».



**Fig.III.10.** divergence en ET

- c) Si plusieurs transitions sont reliées à une même étape, on regroupe les arcs par un simple trait et l'on parle de « convergence en OU ».

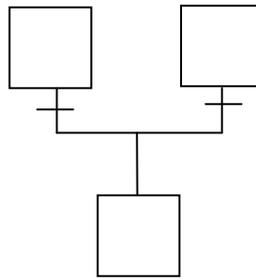


Fig.III. 11. Convergence en OU

- d) Si plusieurs transitions sont issues d'une même étape, on regroupe les arcs par un simple trait et l'on parle de « divergence en OU ».

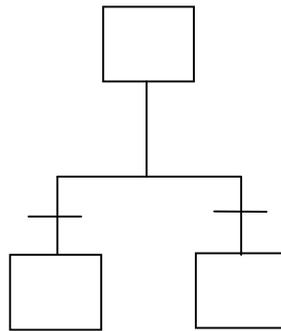


Fig.III.12 .divergence en OU

**III.4.2.Saut de séquences :**

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque, par exemple les actions associées à ces étapes deviennent inutiles [7].

La reprise de séquence permet au contraire de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que, par exemple, une condition fixée n'est pas obtenue

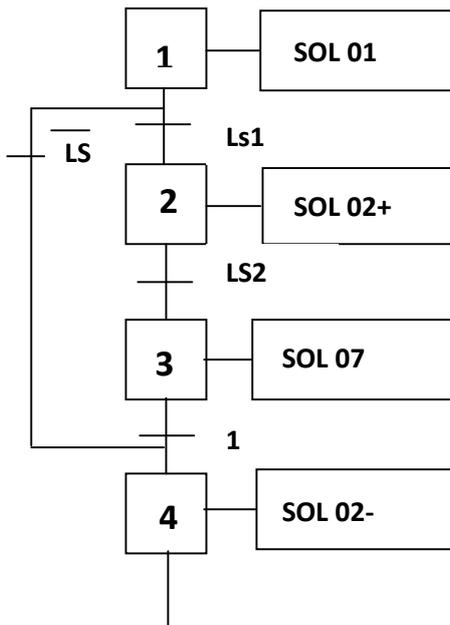


Fig.III.13. Saut de séquence

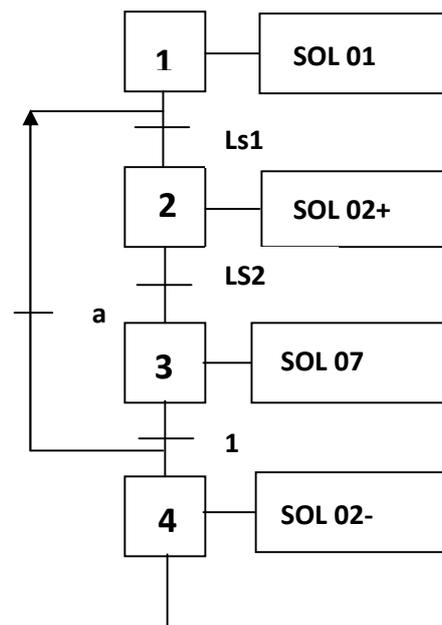


Fig.III.14. Reprise de séquence

**III.5. Conclusion :**

Le choix de l'outil de représentation dépend de l'usage que l'on souhaite en faire :

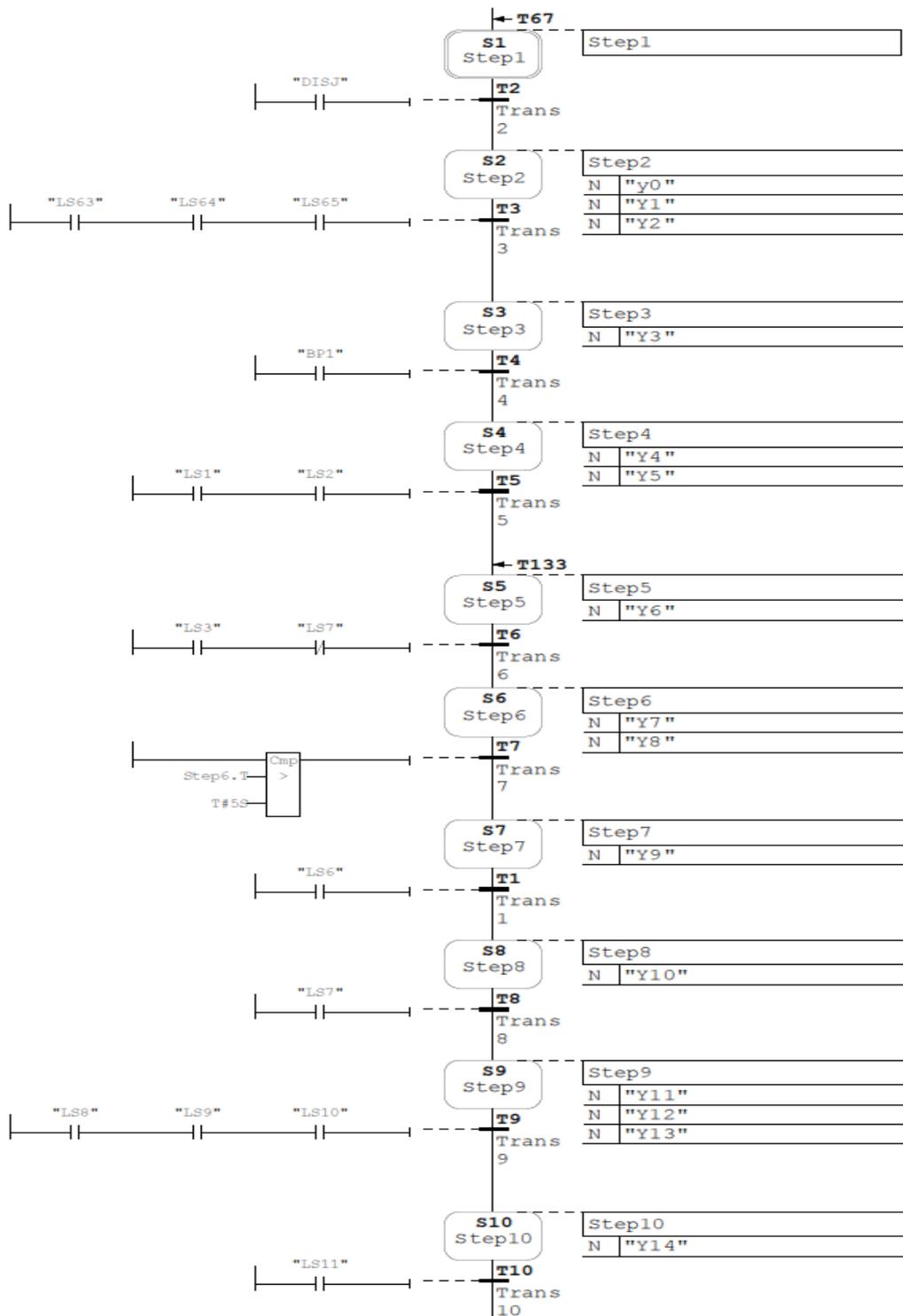
- Dans le cadre de la conception d'un produit, des approches fonctionnelles seront privilégiées, la structure n'étant pas connue.
- Ensuite, dans des étapes d'optimisation et d'analyse, des approches structurales et comportementales sont nécessaires.

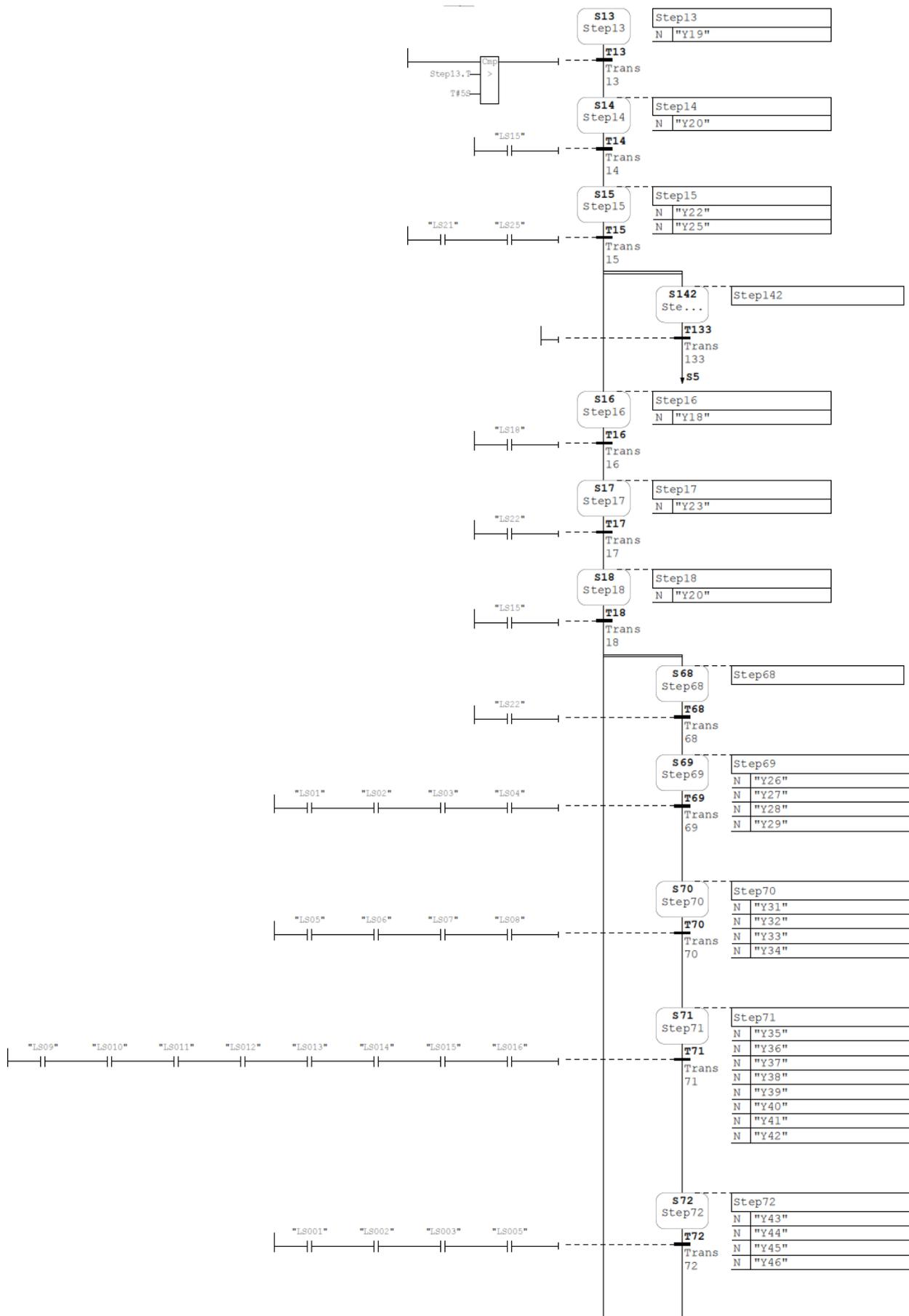
Pour notre travail le langage qui satisfait le plus nos besoin est le grafcet, qui est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation ainsi que sa facilité l'implémentation dans un automate programmable industriel.

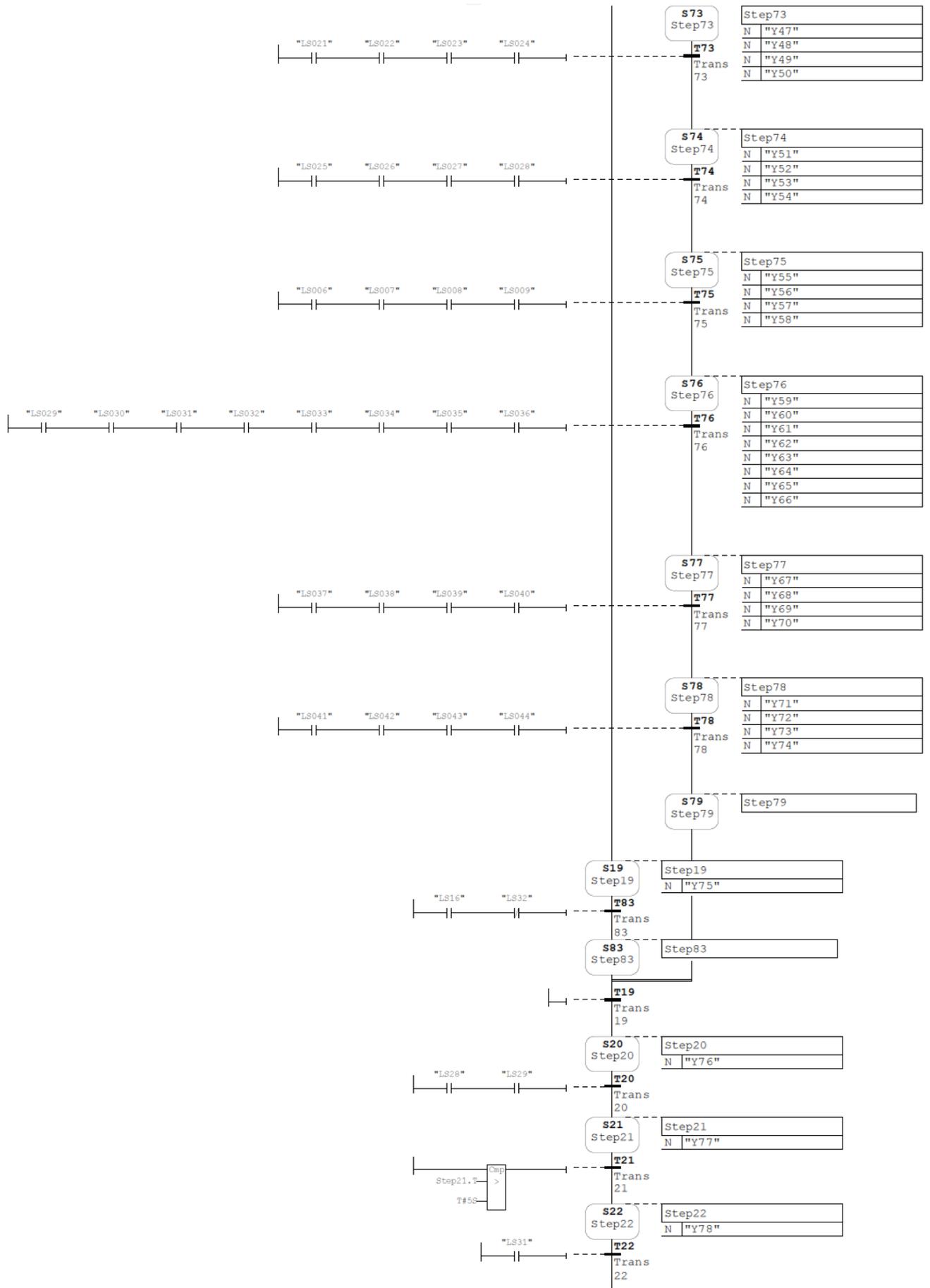
Dans ce présent chapitre nous allons donner les deux modèles du grafcet élaborés pour satisfaire les deux cahiers de charge proposés.

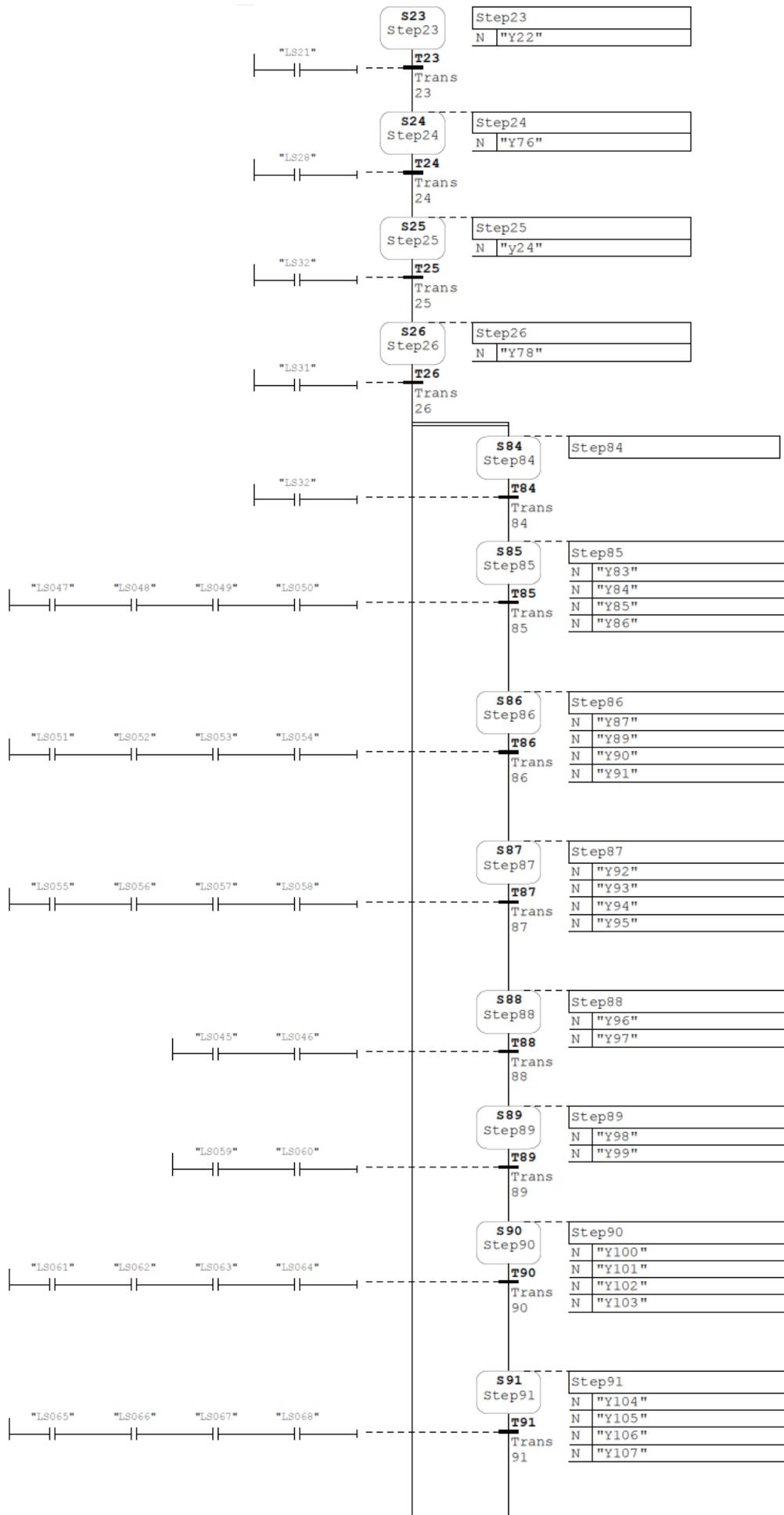
**IV.1.Solution proposée pour le premier cahier des charges :**

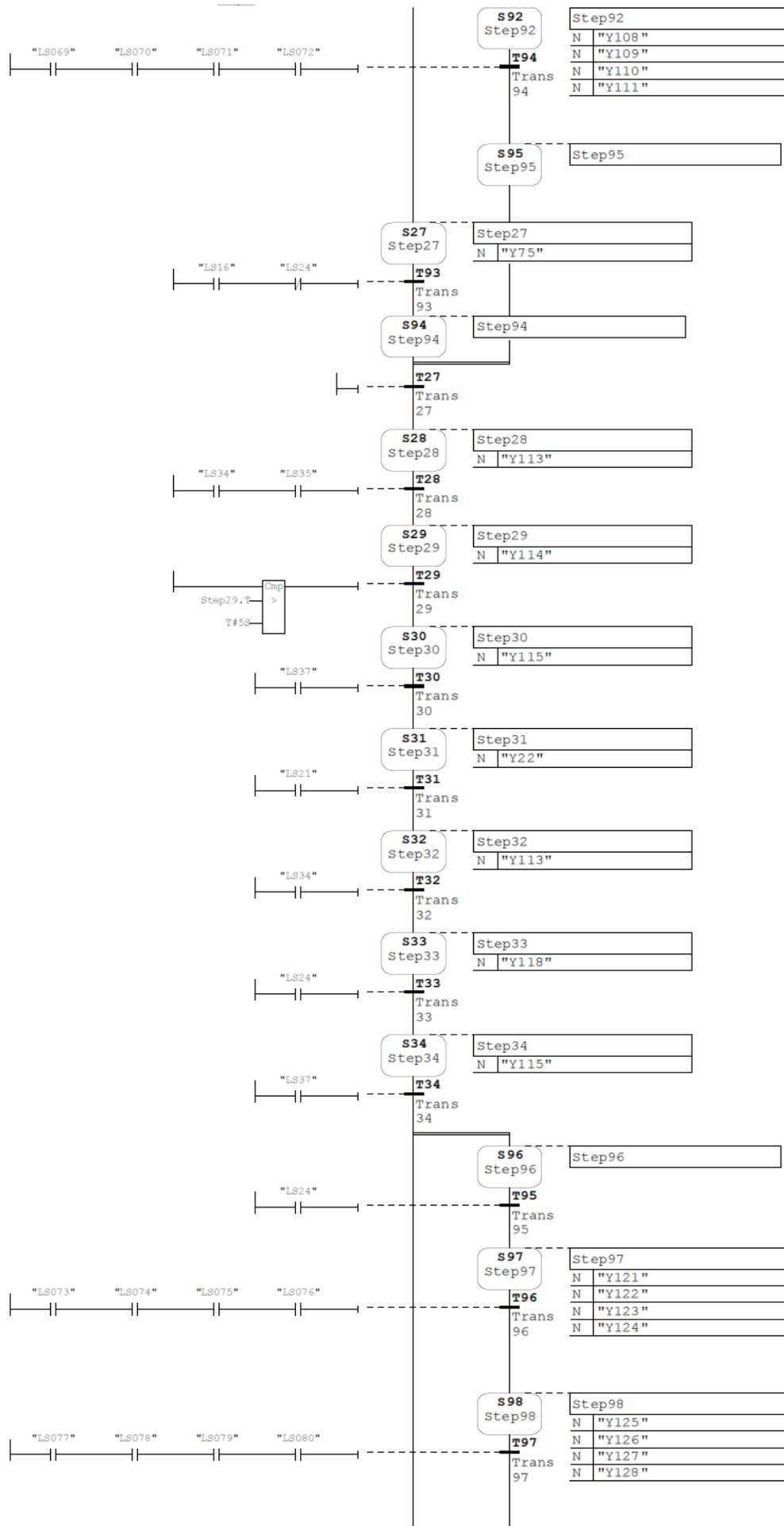
Le grafcet ci-dessous est la modélisation de la chaîne initiale( chaîne de production des portes plates) :

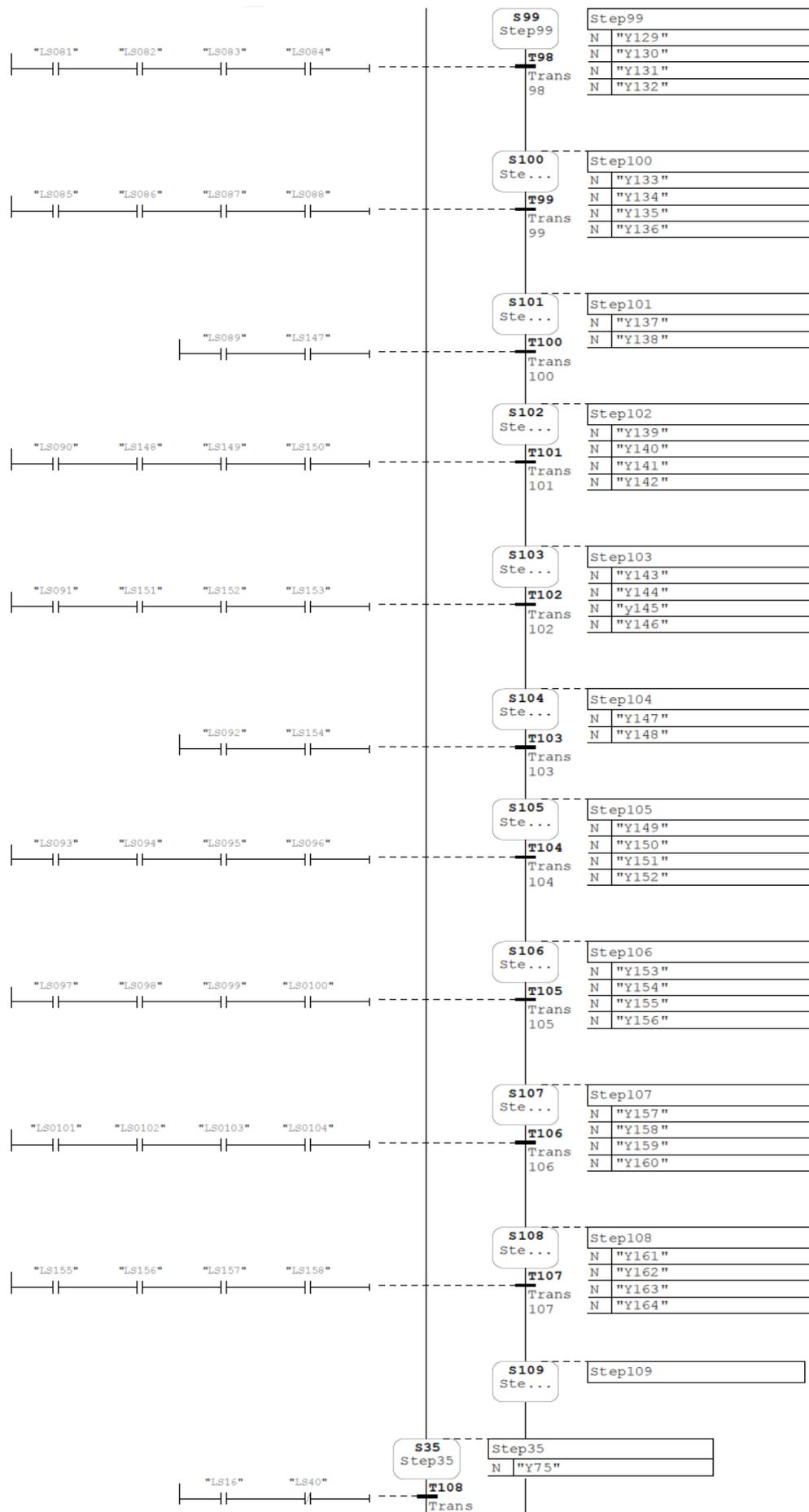


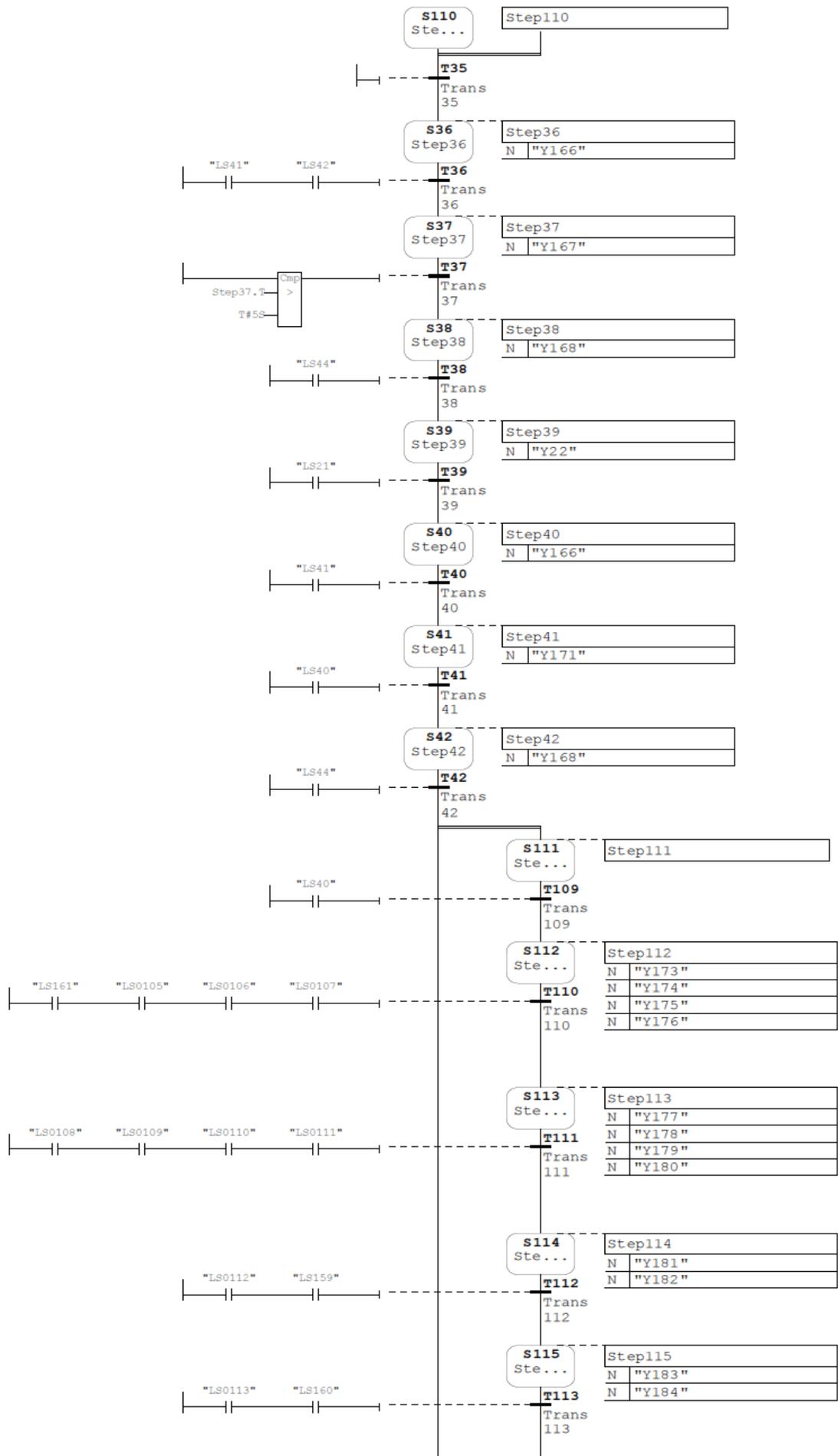


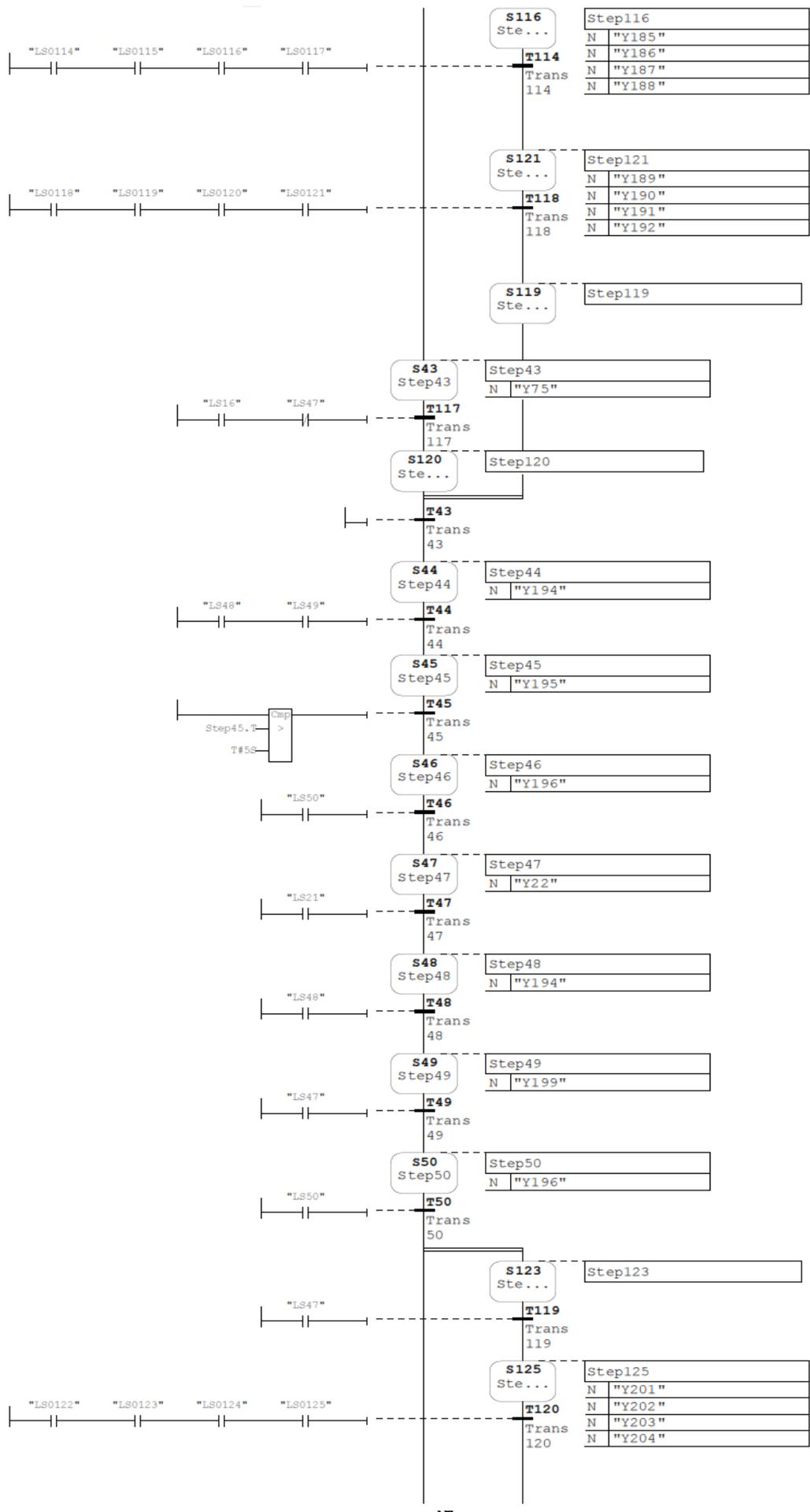


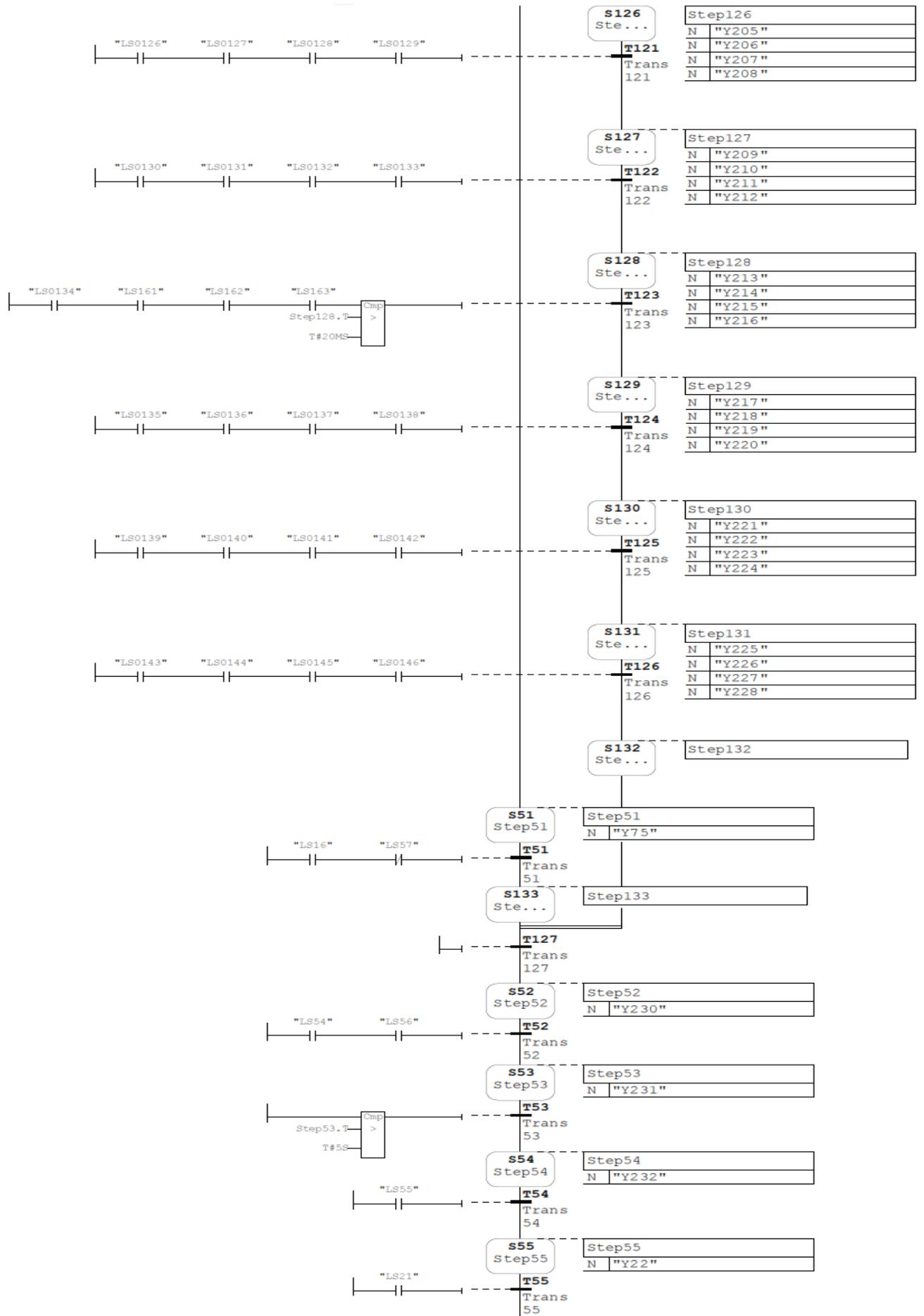


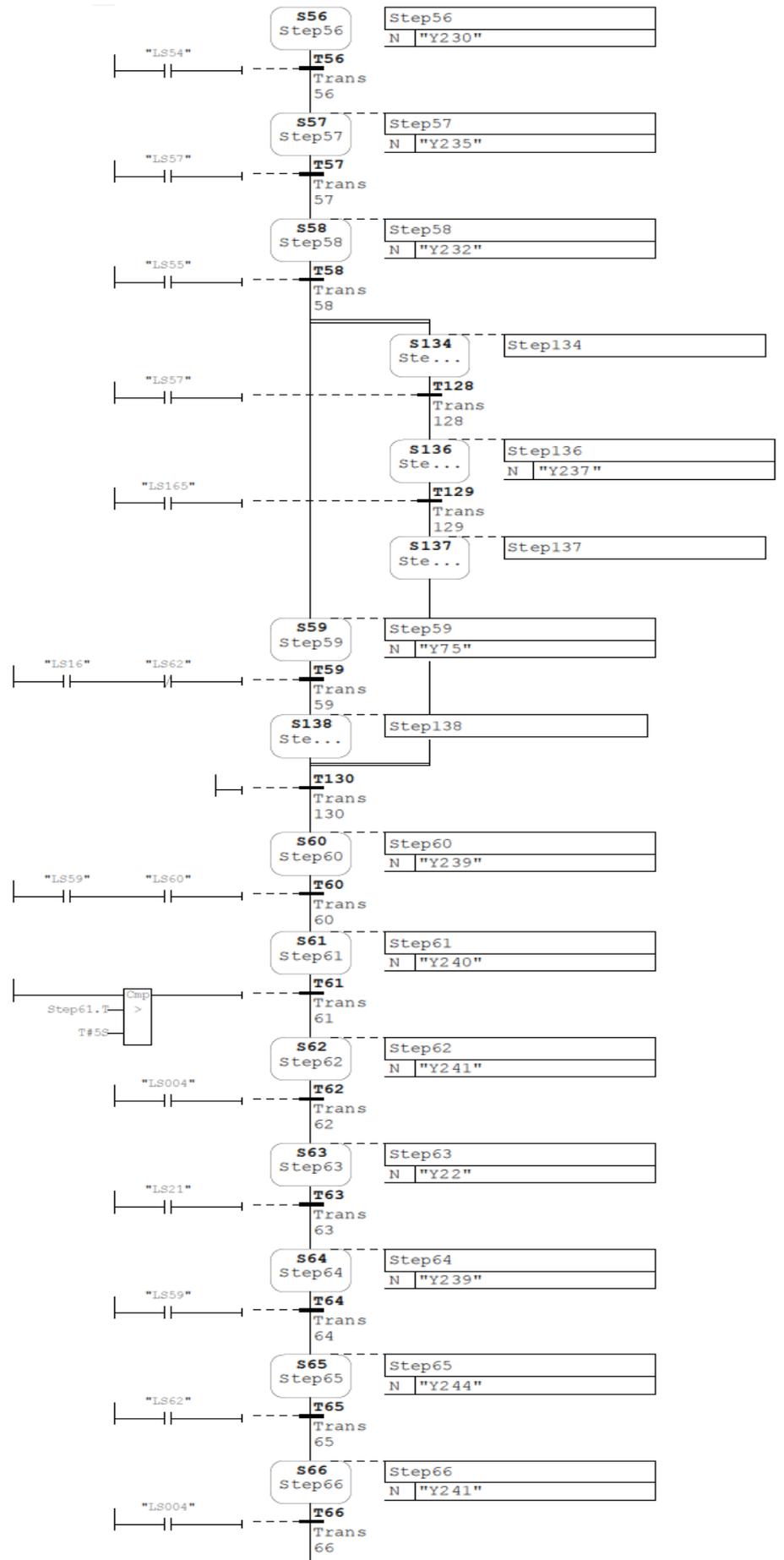


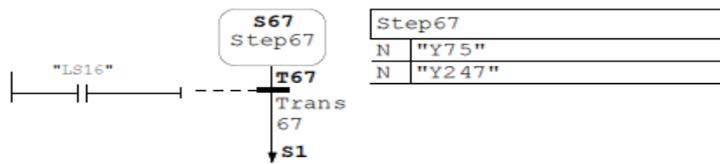












#### IV.2.Réadaptation de la chaîne pour satisfaire le cahier des charges imposé :

Pour qu'une entreprise puisse prolonger sa durée de vie elle doit sans cesse présenter du nouveau pour des acheteurs de plus en plus critique et dans un marché où la concurrence est rude il n'y a pas que la qualité qui importe le renouveau passe aussi par le l'apparence et l'aspect extérieur d'un produit.

L'ENIEM a bien compris ça, pour des enjeux économique et depuis 2003 l'unité froid de cette dernière c'est adapter à cette loi du marché en mettant en vente des réfrigérateurs avec un nouveau type de portes appelé « portes bombées ».



**Fig. IV.1 image de la porte bombée.**

La fabrication de ce nouveau type de porte devait se faire sans pour autant changer la chaîne de fabrication de l'ancien modèle dit « portes plates ».

Il fallait faire avec les moyens disponibles sur place c'est-à-dire apporter juste des modifications sur la chaîne existante tout en essayant de réaliser la forme voulue avec justesse.

Ce challenge est l'objet même de notre mémoire, notre solution consiste à garder le premier bloc de la chaîne décrite dans les chapitres précédents inchangé, de supprimer certaines tâches du bloc deux qui ne sont plus utiles et de garder les tâches indispensable à la réalisation de notre projet (aucune modification matérielle n'est prévue).

##### a) Les opérations supprimées du bloc :

Comme cité avant seules les opérations utiles reste inchangées, tout le reste va être réadapté.

Les opérations supprimées sont comme suit :

- Le processus de soudage à l'arc plasma.
- Le bordage N°2.
- Le processus de poinçonnage de charnières.
- Le soudage par points multiples.

Malgré la suppression de ces tâches les tables resteront à leurs places et elles vont nous servir de table de stockages à capacité limitée à une tôle par table.

Toutes les autres opérations (transporteur d'entrée, le renverseur, le chariot, le premier bordage, la table rotative et le transporteur de sortie) resteront maintenues.

#### **b) Cahier des charges de la chaîne de production des portes réfrigérateurs réadaptée :**

Avant la mise en marche en mode automatique solidaire, on doit passer par la phase de préparation de chaîne qui consiste à mettre sous alimentation les différents organes électriques, pneumatiques, et hydrauliques de cette dernière. Une fois la préparation faite on vérifie toutes les positions initiales de chaque bloc de la chaîne pour pouvoir enclencher le démarrage de la chaîne en mode automatique solidaire « MAS ».

Après la mise en mode automatique solidaire par le biais d'un bouton poussoir, il y'aura les opérations suivantes :

- Mise en marche du transporteur de sortie
  - **Au niveau de dispositif de positionnement et de renversement**

La pièce étant à l'entrée du dispositif, il y'aura :

- Déplacement de la pièce au champ de renversement à l'aide du transporteur d'entrée.
- Aspiration de la pièce à l'aide du bloc ventouse disponible au niveau du dispositif de renversement.
- Reversement de la pièce.
- Expiration de la pièce (relâchement) au niveau de la table du chariot.
- Centrage de la pièce sur la table du chariot + retour du bras renverseur à sa position initiale.
- Déplacement du chariot vers la gauche.
- Après aspiration de la pièce par le dispositif de manutention n°01.
- Retour de la table du chariot à sa position initiale.

➤ **Au niveau de la table de bordage n°01**

- Position initiale de bordage.
- Détection de la pièce.
- Avance quatre calibres intérieurs.
- Avance des quatre calibres de serrage.
- Avance des quatre calibres extérieurs.
- Déplacement des deux châssis.
- Retour des châssis.
- Retour des quatre calibres extérieurs.
- Retour des quatre calibres de serrage.
- Retour des quatre calibres intérieurs.

➤ **Au niveau de la table rotative**

- Position initiale de la table.
- Détection de la pièce par la table.
- Rotation de la table.

On mettra toutes les opérations des autres tables à leurs positions initiales au cours du fonctionnement normal de la chaîne puisque toutes les opérations effectuées par ces tables seront suspendues.

➤ **Au niveau du dispositif de transfert (manutention) :**

Au retour des différentes tables à leurs positions initiales, ce qui permettra aux 07 dispositifs de manutention de fonctionner comme suit :

Après détection de la pièce au niveau des tables (chariot, soudeuse plasma, bordage n°1, bordage n°2, poinçonneuse, soudeuse par points multiples, la table rotative). On distinguera les mêmes opérations au niveau des 07 dispositifs de manutention qui se succède comme suit :

- Descente du bras (longitudinal).
- Aspiration de la pièce.
- Montée des bras.

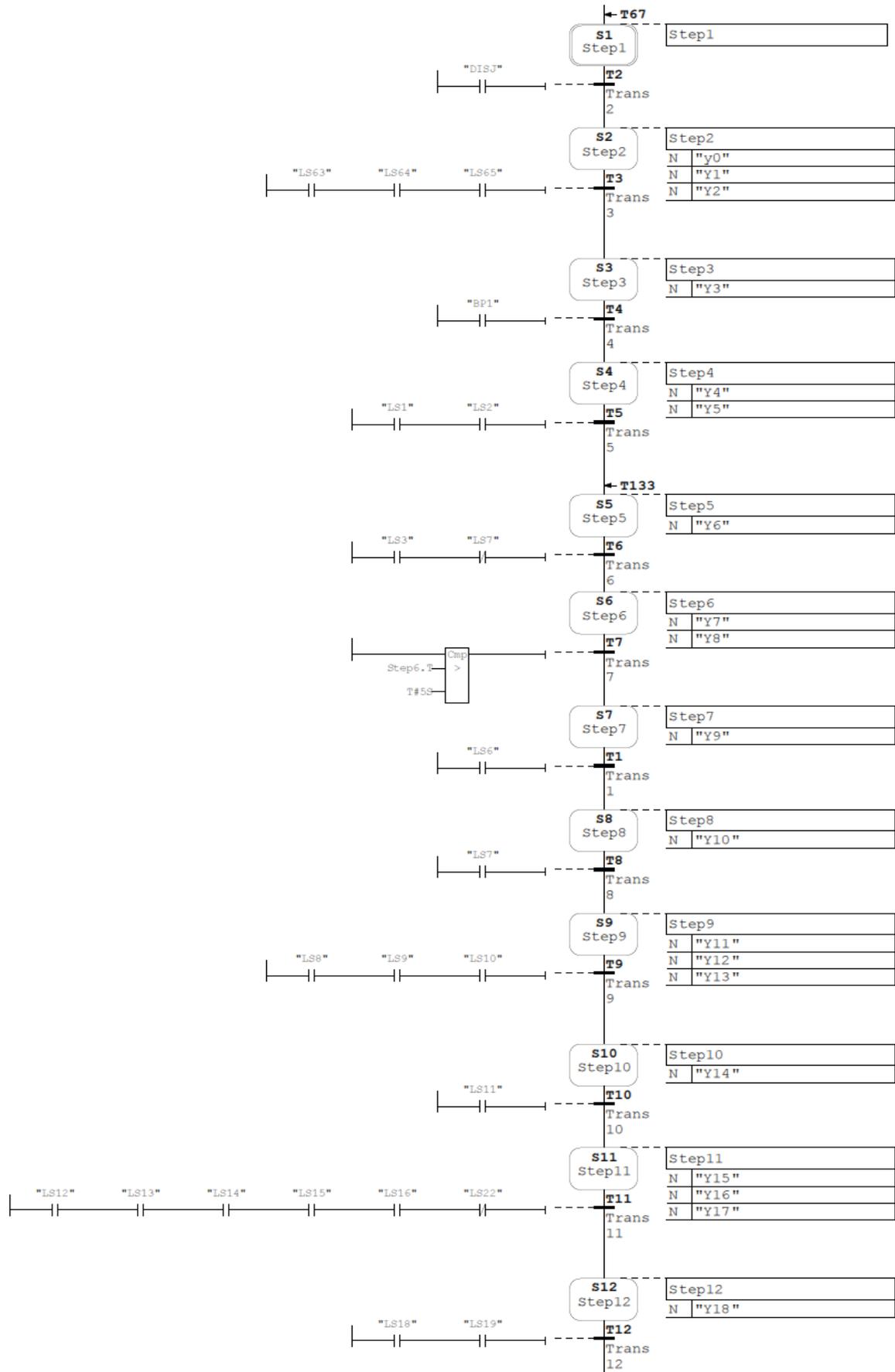
Une fois les bras des 07 dispositifs de manutention sont en haut, il y'aura le déplacement transversal du bras principal du dispositif de transfert.

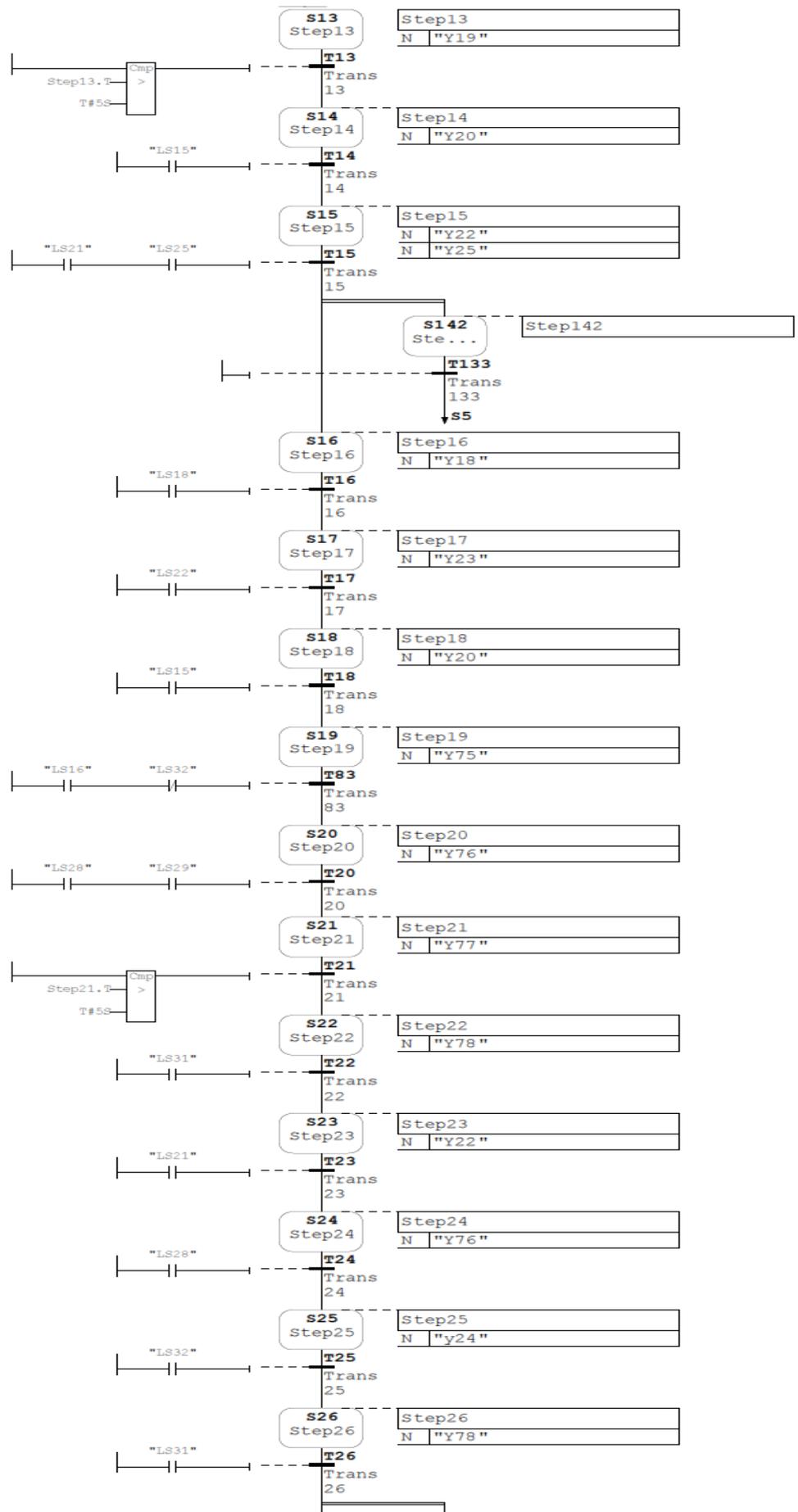
L'arrivée du bras principal à sa fin de course permettra aux 07 dispositifs de manutention de procéder comme suit :

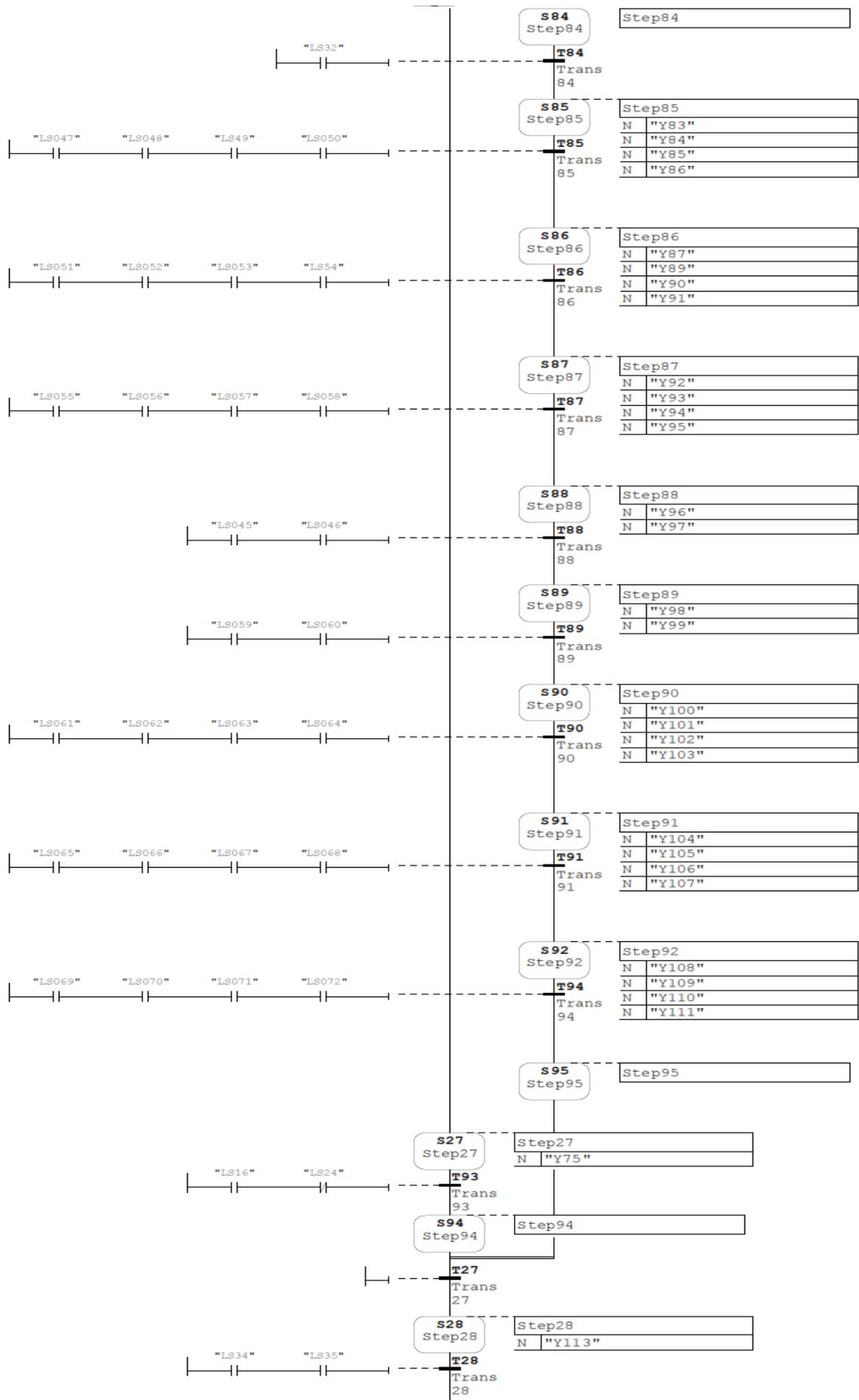
- Descente du bras (longitudinal).
- Expiration de la pièce.
- Montée du bras.

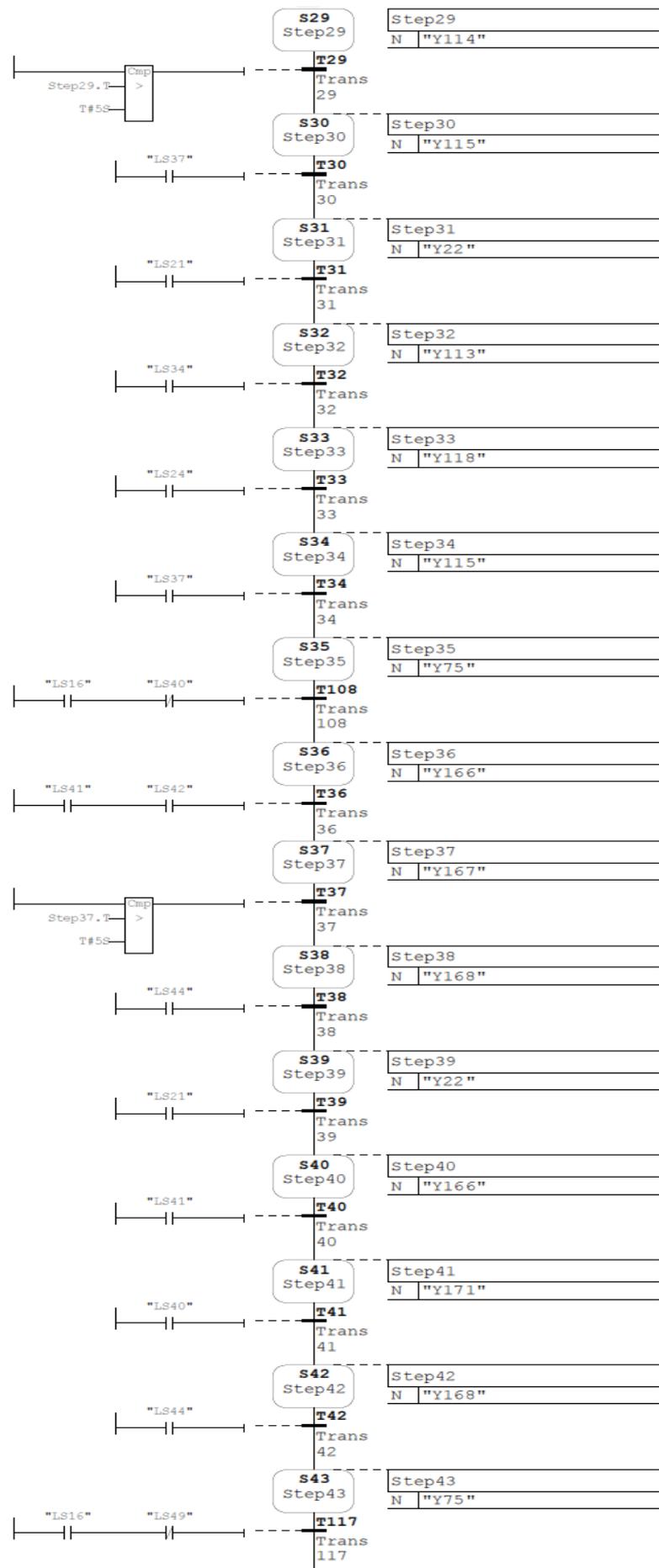
Une fois tous les bras longitudinal des 07 dispositifs de manutentions sont en position haute, causera le retour transversal du bras de transfert a sa position initiale.

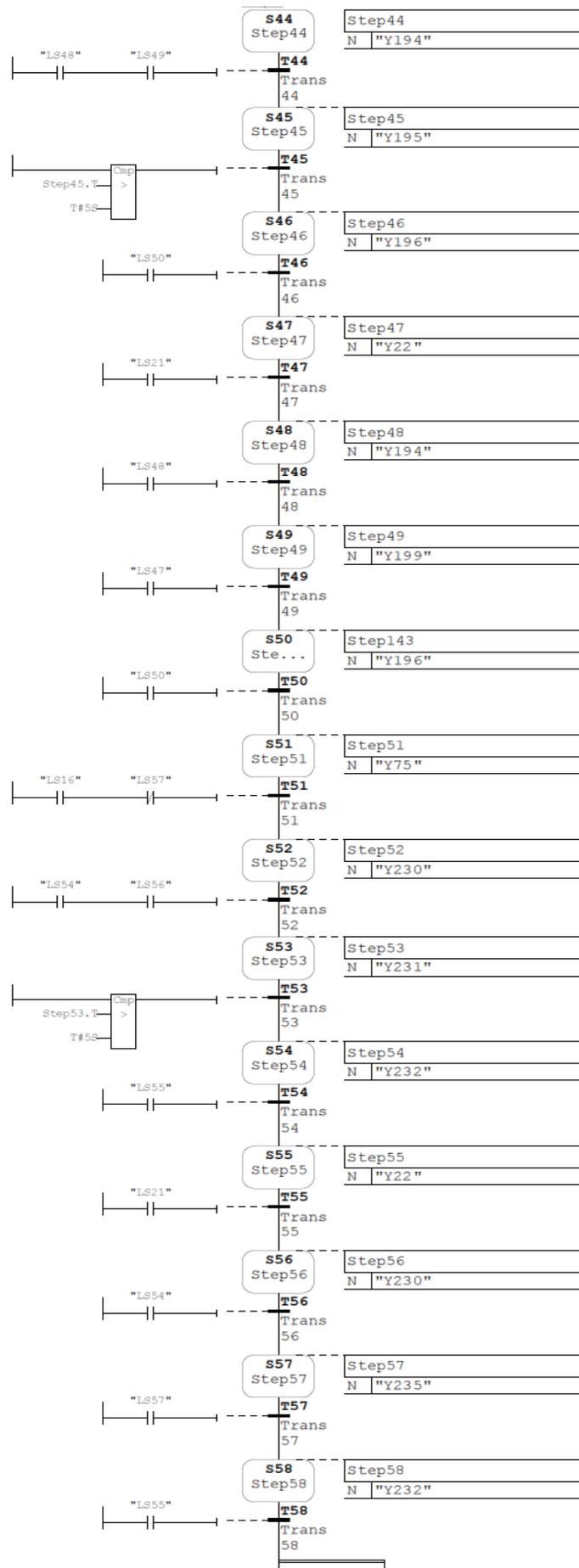
Les positions initiales à vérifiées seront les mêmes que celle décrites avant pour la chaîne de fabrication des portes plates.

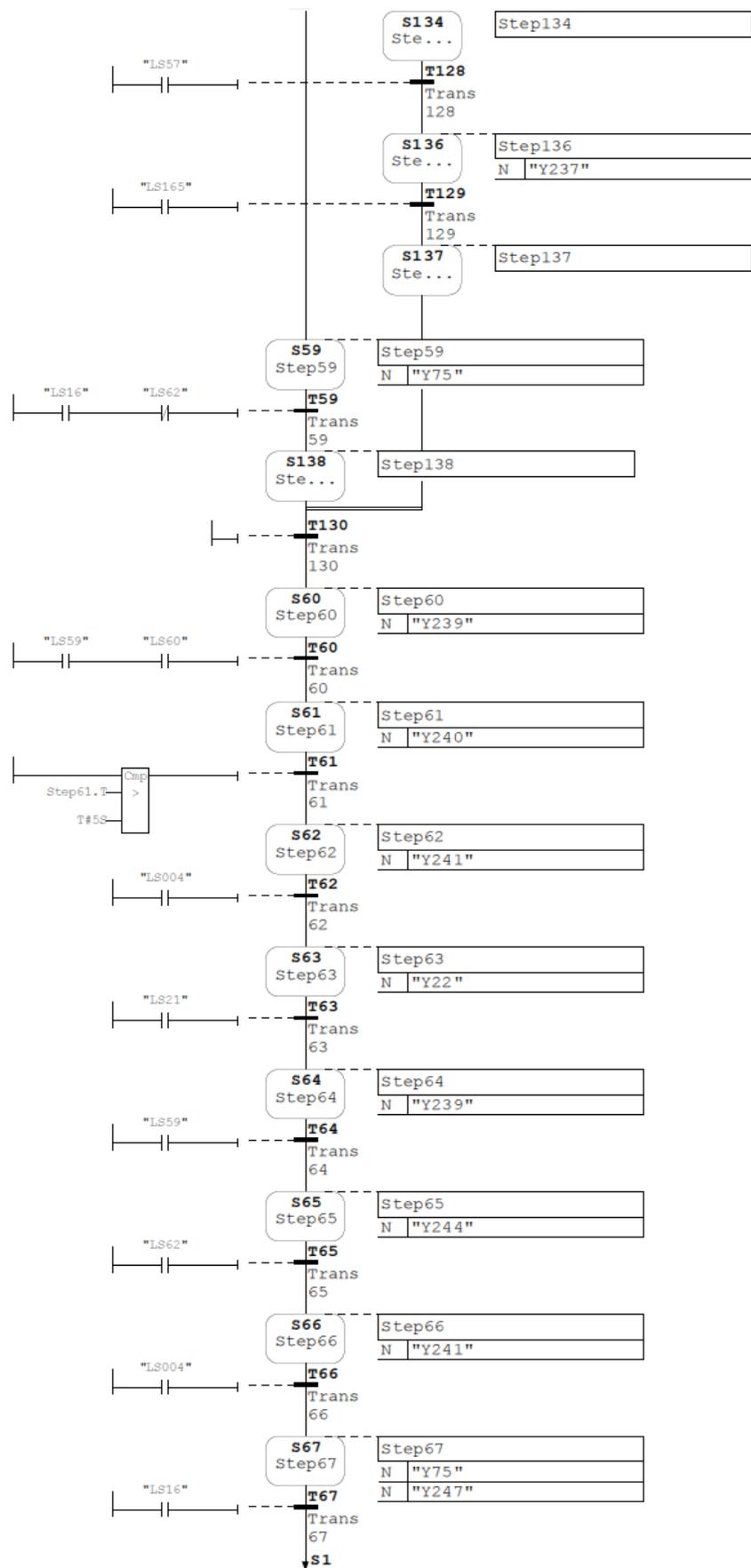












**IV.3.Conclusion :**

Après une étude approfondie de la chaîne, nous avons proposé deux solutions qui satisfont les cahiers des charges imposés.

Et nous avons évité les changements matériels sur la chaîne pour réduire les dépenses de l'entreprise, car avant de changer ou de procéder à un changement des études approfondies sur l'impact de celui-ci sur l'économie de l'entreprise seront faites, la solution ne doit pas seulement être juste elle doit être économique et réduite avant tout, car une solution très longue posera des problèmes lors de la maintenance.

### **Conclusion générale :**

Dans l'industrie, tout système étant destiné à accomplir une tâche, il peut être défini globalement par la fonction qu'il remplit. La fonction globale de tout système conçu par l'homme est d'apporter une valeur ajoutée à une matière d'œuvre dans un contexte donné. Si elle n'est pas remplie, le système perd sa raison d'être. Et pour concevoir n'importe quel système de production il faut suivre un certain plan pour éviter toute erreur susceptible de générer des pertes alors à chaque phase de conception, des outils sont utilisés pour :

- Formaliser ce que souhaite le client dans un cahier des charges.
- Décrire le système en cours de réalisation.
- Valider et optimiser au fur et à mesure la solution produite par rapport au cahier des charges.

Les systèmes industriels étant par nature complexes, un certain nombre d'outils graphiques permettent de donner une représentation simplifiée du système selon un point de vue particulier. Les différentes représentations seront adaptées à différentes analyses du système.

Lors de la conception d'un produit, ces descriptions sont regroupées dans un cahier des charges fonctionnel. Cela permet de préciser les performances attendues associées aux fonctions à satisfaire par le système.

Enfin notre stage à l'ENIEM nous a été d'une grande utilité que ce soit sur le plan pédagogique par son apport en connaissances du milieu industriel mais aussi sur le plan social ce dernier nous a appris le travail en groupe et nous a mis dans le bain de la vie pratique.

Et avant d'achever tout cela, nous souhaitons que ce travail, soit une aide aussi minime quelle soit pour les industries et les étudiants des promotions qui viennent, qui auront à consulter ce travail et qu'il soit un guide pour tous projet d'automatisation utilisant les APIs S7-300 et/ou le langage de programmation STEP7.

# Bibliographie

- [1] C .MERLAUD, J PERRIN, J.PTRICHARD, « Automatique, Informatique industrielle ».Edition Dunod , Paris,1995.
- [2] Documentations ENIEM.
- [3] [https:// www.swe.siemens.com/france/web/fr/ad/produits/automatisations/Generalite](https://www.swe.siemens.com/france/web/fr/ad/produits/automatisations/Generalite) sur la gamme des automates.pdf
- [4] [http : // dl .dropbox.com/u/1627779/Grafcet.pdf](http://dl.dropbox.com/u/1627779/Grafcet.pdf).
- [5] M ALKAMA. « cours sur les capteurs ».2012.
- [6] polytech Montpellier. « Automatismes et SED ».ERII4-cours.56 pages.
- [7] M. ROIZOT Sébastien. « étude des automates programmables »
- [8] documentation technique SIEMENS. « Programmation avec STEP 7 ».édition 05/2010.A5E02789667-01.715 pages.
- [9] Documentation technique TOSHIBA. « les séquenceurs ».édition :05/1999.
- [10] cours d'étude des systèmes. **2010**
- [11] Philippe LE BRUN lycée Louis ARMAND de Strasbourg. « cours sur les différents types de pilotage des systèmes automatisés de production ».

- M15.5 s'active par le retour du bras de transfert et par l'évacuation de la pièce. Elle se désactive par le démarrage de la pompe à vide, par la pompe hydraulique 1 ou par la pompe hydraulique 2.

- M15.6 c'est l'action qui symbolise le démarrage des trois pompes (à vide 1, hydraulique et la pompe hydraulique 2) s'active par l'allumage du disjoncteur principal et par l'activation de l'étape initiale.
- M15.7 (vérification des conditions initiales).

M0.0 (allumage du voyant indiquant le fonctionnement automatique solidaire et le démarrage du transporteur de sortie).

- M0.1 (démarrage de moteur du transporteur d'entrée) s'active par la détection de la pièce à l'entrée du transporteur, par la détection de la position initiale du renverseur et par M0.0 ou bien par M16.1 (étape sans action)
- M16.1 (c'est une étape sans action) s'active par la détection de la fin d'avance du bras de transfert, la détection de la fin de retour du chariot et par M1.2. il se désactive par (.....).
- M16.0 (arrêt du moteur et aspiration de la pièce) s'active par la détection de la pièce à la sortie du transporteur, l'absence de la pièce sur le chariot et par la détection de la position initiale du chariot (.....), elle se désactive par le renversement de la pièce.
- M0.2 (renversement de la pièce) s'active par M16.0 et par T1, (T1 s'active par la détection de la pièce à la sortie du transporteur et l'absence de la pièce sur le chariot).

Il se désactive par l'expiration de la pièce.

- M0.3 (expiration de la pièce par le renverseur) s'active par la fin de renversement de la pièce et par M0.2.

Il se désactive par la sortie des 3 vérins A, b, C.

- M0.4 (la sortie des vérins A, B, C) s'active par la détection de la pièce sur le chariot et par M0.3.

Il se désactive par le démarrage du chariot.

- M0.5 (le démarrage du chariot) s'active par la détection de la sortie des trois vérins A, B, C et par M0.4.

Il se désactive par le retour des trois vérins A, B, C.

- M0.6 (le retour des trois vérins A, B, C) s'activent par la détection de la fin d'avance du chariot et par M0.5.

Ils se désactivent par la descente de la manutention 1.

- M0.7 (descente de la manutention 1) s'active par la détection du retour des trois vérins A, B, C, la détection de la fin de monte du premier bras de manutention, détection de la fin de retour du bras de transfert, détection de l'absence de la pièce sur la table plasma et par M0.6.

Il se désactive par l'aspiration de la pièce.

- M1.0 (aspiration de la pièce) s'active par la détection de la fin de descente du premier bras de manutention 1, détection de la pièce par la manutention 1 et par M0.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 1.

- M1.1 (la remonte du bras de manutention 1) s'active par M1.0 et par T2, (T2 s'active par la détection de la fin de descente du premier bras de manutention et la détection de la pièce par la manutention 1).

Il se désactive par l'avance du bras de transfert et le retour du chariot.

- M1.2 (avance du bras de transfert, retour du chariot) s'activent par la détection de la fin de monte du premier bras de manutention et M1.1.

Ils se désactivent par la descente du bras de manutention 1 ou par M16.1

- M1.3 (descente du bras de manutention 1) s'active par la fin d'avance du bras de transfert, fin de retour de chariot et par M1.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce.

- M1.4 (expiration de la pièce) s'active par la détection de fin de descente du premier bras de manutention et par M1.3.

Il se désactive par la remonte du bras de manutention 1.

- M1.5 (remonte du bras de la manutention 1) s'active par la détection de la pièce par la table du plasma et par M1.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert ou par M7.7.

- M1.6 (retour du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du premier bras de manutention et par M1.5.

Il se désactive par M14.7.

- M14.7 s'active par la détection de la fin de retour du bras de transfert, la détection de l'absence de la pièce par la table de bordage 1 et par M1.6.

Il se désactive par la descente du bras de manutention 2.

- M1.7 (descente du bras de manutention 2) s'active par M14.7 et M9.2 (.....)

Il se désactive par l'aspiration de la pièce par la manutention 2.

- M2.0 (l'aspiration de la pièce par la manutention 2) s'active par la détection de la fin de sortie de la manutention 2, détection de la présence de la pièce par la manutention 2 et par M1.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 2.

- M2.1 (la monte du bras de la manutention 2) s'active par M2.0 et par T3, (T3 s'active par la détection de la fin de sortie de bras de la manutention 2 et la détection de la présence de la pièce par le bras de la manutention 2).

Il se désactive par l'avance du bras transfert.

- M2.2 (l'avance du bras du transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 2 et par M2.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 2.

- M2.3 (la descente du bras de la manutention 2) s'active par la détection de la fin d'avance du bras transfert et par M2.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce par la manutention 2.

- M2.4 (l'expiration de la pièce par la manutention 2) s'active par la détection de la fin de sortie du bras de la manutention 2 et par M2.3.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 2.

- M2.5 (la remonte du bras de la manutention 2) s'active par la détection de la présence de la pièce par la table de bordage 1 et par M2.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert ou par M9.3.

- M2.6 (retour du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 2 et par M2.5.

Il se désactive par M15.0.

- M15.0 s'active par la détection de la fin de retour du bras de transfert, détection de l'absence de la pièce sur la table de bordage 2 et par M2.6.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 3.

- M2.7 (la descente du bras de la manutention 3) d'active par M15.0 et par M10.4.

Il se désactive par l'aspiration de la pièce par la manutention 3.

- M3.0 (l'aspiration de la pièce par la manutention 3) s'active par la détection de la fin de sortie du bras de la manutention 3, détection de la pièce par le bras de la manutention 3 et par M2.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 3.

- M3.1 (la remonte du bras de la manutention 3) s'active par M3.0 et par T4 (T4 s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 3 et la détection de la pièce par le bras de la manutention 3).

Il se désactive par l'avance du bras de transfert.

- M3.2 (l'avance du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 3 et par M3.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 3.

- M3.3 (la descente du bras de la manutention 3) s'active par la fin d'avance du bras de transfert et par M3.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce par la manutention 3.

- M3.4 (l'expiration de la pièce) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 3 et par M3.3.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 3.

- M3.5 (la remonte du bras de la manutention 3) s'active par la détection de la pièce par la table de bordage 2 et par M3.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert ou par M10.5.

- M3.6 (le retour du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du la manutention 3 et par M3.6.

Il se désactive par M15.1.

- M15.1 s'active par la détection de la fin de retour du bras de transfert et par M3.6.

Il se désactive par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 4.

- M3.7 (la descente du bras de la manutention 4) s'active par M15.1 et M12.2.

Il se désactive par l'aspiration de la pièce par la manutention 4.

- M4.0 (l'aspiration de pièce par la manutention 4) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 4, la détection de la pièce par la manutention 4 et par M3.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 4.

- M4.1 (la remonte du bras de la manutention 4) s'active par M4.0 et T5 (T5 s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 4 et la détection de la pièce par la table de poinçonnage de charnières).

Il se désactive par l'avance du bras de transfert.

- M4.2 (l'avance du bras de transfert) s'active par la détection de fin de monte du bras de la manutention 4 et par M4.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 4.

- M4.3 (la descente du bras de la manutention 4) s'active par la détection de la fin d'avance du bras de transfert et par m4.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce par la manutention 4.

- M4.4 (l'expiration de la pièce par la manutention 4) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 4 et par M4.3.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 4.

- M4.5 (la remonte du bras de la manutention 4) s'active par la détection de la pièce par la table de poinçonnage de charnières et par M4.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert ou par M12.3.

- M4.6 (le retour du bras se transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 4 et M4.5.

Il se désactive par M15.2.

- M15.2 s'active par la détection de la fin de retour du bras de transfert, la détection de l'absence de la pièce sur la soudeuse par points multiple et M4.6.

Il se désactive par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 5.

- M4.7 (la descente du bras de la manutention 5) s'active par M15.2 et M13.2.

Il se désactive par l'aspiration de la pièce par la manutention 5.

- M5.0 (l'aspiration de la pièce par la manutention 5) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 5, la détection de la pièce par la manutention 5 et par M4.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 5.

- M5.1 (la remonte du bras de la manutention 5) s'active par M5.0 et T6 (T6 s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 5 et la détection de la pièce par la manutention 5).

Il se désactive par l'avance du bras de transfert.

- M5.2 (l'avance du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 5 et par M5.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 5.

- M5.3 (la descente du bras de la manutention 5) s'active par la détection de la fin d'avance du bras de transfert et par M5.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce par la manutention 5 sur la soudeuse.

- M5.4 (expiration de la pièce par la manutention 5) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 5 et par M5.3.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 5.

- M5.5 (la remonte du bras de la manutention 5) s'active par la détection de la pièce par la soudeuse par point multiples et par M5.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert ou par M13.3.

- M5.6 (retour du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 5 et par M5.5.

Il se désactive par M15.3.

- M15.3 s'active par la détection de la fin de retour du bras de transfert, la détection de l'absence de la pièce sur la table rotative et par M5.6.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 6.

- M5.7 (la descente du bras de la manutention 6) s'active par M15.3 et M14.3.

Il se désactive par l'aspiration de la pièce par la manutention 6.

- M6.0 (l'aspiration de la pièce par la manutention 6) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 6, la détection de la pièce par la manutention 6 et par M5.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 6.

- M6.1 (la remonte du bras de la manutention 6) s'active par M6.0 et T7 (T7 s'active par la détection de la fin de descente de la manutention 6 et la détection de la pièce par la manutention 6).

Il se désactive par l'avance du bras de transfert.

- M6.2 (l'avance du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte de la manutention 6 et par M6.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 6.

- M6.3 (la descente du bras de la manutention 6) s'active par la détection de la fin d'avance du bras de transfert et par M6.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce par la manutention 6 sur la table rotative.

- M6.4 (l'expiration de la pièce sur la table rotative) s'active par la détection de la fin de descente de bras de la manutention 6 et par M6.3.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 6.

- M6.5 (la remonte du bras de la manutention 6) s'active par la détection de la pièce par la table rotative et par M6.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert ou par M14.4.

- M6.6 (le retour du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte de la manutention 6 et par M6.5.

Il se désactive par M15.4.

- M15.4 s'active par la détection de la fin de retour du bras de transfert, la détection de l'absence de la pièce à l'entre du transporteur de sortie et par M6.6.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 7.

- M6.7 (la descente du bras de la manutention 7) s'active par M15.4 et M14.6.

Il se désactive par l'aspiration de la pièce par la manutention 7.

- M7.0 (l'aspiration de la pièce par la manutention 7) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 7, la détection de la pièce par la manutention 7 et par M6.7.

Il se désactive par la remonte du bras de la manutention 7.

- M7.1 (la remonte du bras de la manutention 7) s'active par M7.0 et T8 (T8 s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 7 et la détection de la pièce par la manutention 7).

Il se désactive par l'avance du bras de transfert.

- M7.2 (l'avance du bras de transfert) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 7 et par M7.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 7.

- M7.3 (la descente du bras de la manutention 7) s'active par la détection de la fin d'avance du bras de transfert et par M7.2.

Il se désactive par l'expiration de la pièce sur le transporteur de sortie.

- M7.4 (l'expiration de la pièce par la manutention 7) s'active par la détection de la fin de descente du bras de la manutention 7 et par M7.3.

Il se désactive par la remontée du bras de la manutention 7.

- M7.5 (la remontée du bras de la manutention 7) s'active par la détection de la pièce à l'entre du transporteur de sortie et par M7.4.

Il se désactive par le retour du bras de transfert et l'évacuation de la pièce.

- M7.6 (le retour du bras de transfert et l'évacuation de la pièce) s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 7 et par M7.5.

Il se désactive par M15.7.

- M7.7 s'active par la détection de la fin de monte du bras de la manutention 1 et par M1.5.

Il se désactive par l'avance des calibres intérieur 1, 2, 3, 4.

- M8.0 (l'avance des calibres inférieur 1, 2, 3, 4) s'activent par la détection de la présence de la pièce par la table de bordage 1 et par M7.7.

Ils se désactivent par l'avance des calibre de serrage 1, 2, 3, 4.

- M8.1 (l'avance des calibres de serrage 1, 2, 3, 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres inférieur 1, 2, 3, 4 et par M8.0.

Ils se désactivent par l'avance des calibres extérieur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

- M8.2 (l'avance des calibres extérieur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibre de serrage 1, 2, 3, 4 et par M8.1.

Ils se désactivent par l'avance des table des chalumeaux 1, 2, 3, 4.

- M8.3 (l'avance des table des chalumeaux 1, 2, 3, 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres extérieur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et par M8.2.

Ils se désactivent par la descente des chalumeaux 1, 2, 3, 4.

- M8.4 (la descente des chalumeaux 1, 2, 3, 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des tables des chalumeaux 1, 2, 3, 4 et par M8.3.

Ils se désactivent par la remontée des chalumeaux 1, 2, 3, 4.

- M8.5 (la remontée des chalumeaux 1, 2, 3, 4) s'activent par la détection de la fin de descente des chalumeaux 1, 2, 3, 4 et par M8.4.

Ils se désactivent par le retour des tables des chalumeaux 1, 2, 3 et 4.

- M8.6 (le retour des tables des chalumeaux 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de monte des chalumeaux 1, 2, 3 et 4 et par M8.5.

Ils se désactivent par le retour des calibres extérieur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

- M8.7 (le retour des calibres extérieur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8) s'activent par la détection de la fin de retour des table des chalumeaux 1, 2, 3 et 4 et par M8.6.

Ils se désactivent par le retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4.

- M9.0 (le retour des calibres de serrage de pièce 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres extérieur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et par M8.7.

Ils se désactivent par le retour des calibres inférieur 1, 2, 3 et 4.

- M9.1 (le retour des calibres inférieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibre de serrage 1, 2, 3 et 4 et par M9.0.

Ils se désactivent par M9.2.

- M9.2 s'active par la détection de la fin de retour des calibres inférieur 1, 2, 3 et 4 et par M9.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 2.

- M9.3 s'active par la détection de la fin de monté du bras de la manutention 2 et par M2.5.

Il se désactive par l'avance des calibres inférieur 1, 2, 3 et 4.

- M9.4 (l'avance des calibres inférieur 1, 2, 3 et 4) s'active par la détection de la présence de la pièce par la table de bordage 1 et par M9.3.

Il se désactive par les calibres de serrage de pièce 1, 2, 3 et 4.

- M9.5 (les calibres de serrage de pièce 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres inférieur 1, 2, 3, 4 et par m9.4.

Ils se désactivent par l'avance des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4.

- M9.6 (l'avance des calibres extérieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres de serrage 1, 2, 3, 4 et par M9.5.

Ils se désactivent par la le déplacement des châssis 1 et 2

- M9.7 (le déplacement des châssis 1 et 2) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres extérieur 1, 2, 3, 4 et M9.6.

Ils se désactivent par le retour des châssis 1et 2.

- M10.0 (le retour des châssis 1 et 2) s'activent par la détection de la fin d'avance des châssis 1et 2 et par M9.7.

Ils se désactivent par le retour des calibres extérieur 1, 2, 3 et 4

- M10.1 (le retour des calibres extérieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des châssis 1 et 2 et par M10.0.

Ils se désactivent par le retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4.

- M10.2 (le retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres extérieur 1, 2, 3 et 4 et par M10.1.

Ils se désactivent par le retour des calibres intérieur 1, 2, 3 et 4.

- M10.3 (le retour des calibres intérieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres de serrage et par M10.3.

Ils se désactivent par M10.4.

- M10.4 s'active par la détection de la fin de retour des calibres inférieur 1, 2, 3 et 4 et par M10.3.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 3.

- M10.5 s'active par la détection de la fin de montée du bras de la manutention et par M3.5.

Il se désactive par l'avance des calibres intérieurs 1, 2, 3 et 4.

- M10.6 (l'avance des calibres intérieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la pièce par la table de bordage 2 et par M10.5.

Ils se désactivent par l'avance des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4.

- M10.7 (l'avance des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4) s'active par la détection de la fin d'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4 et par M10.6.

Ils se désactivent par l'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4.

- M11.0 (l'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4 et par M10.7.

Ils se désactivent par l'avance des calibres intérieurs de coin 1, 2, 3 et 4.

- M11.1 (l'avance des calibres intérieurs de coin 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4 et par M11.0.

Ils se désactivent par la déviation des matrices femelles 1 et 2.

- M11.2 (la déviation des matrices femelles 1 et 2) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres inférieurs des coins 1, 2, 3 et 4 et par M11.1.

Ils se désactivent par la déviation des matrices femelles des coins allés 1, 2, 3, et 4.

- M11.3 (la déviation des matrices femelles des coins 1, 2, 3, et 4) s'activent par la détection des déviateurs des matrices femelles 1 et 2 et par M11.2.

Ils se désactivent par le retour des matrices femelle des coins 1, 2, 3 et 4.

- M11.4 (le retour des matrices femelle des coins 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des matrices femelles des coins 1, 2, 3 et 4 et par M11.3.

Ils se désactivent par le retour des matrices femelles 1 et 2.

- M11.5 (le retour des matrices femelles 1 et 2) s'activent par la détection de la fin de retour des matrices femelles des coins 1, 2, 3 et 4 et par M11.4.

Ils se désactivent par le retour des calibres inférieurs des coins 1, 2, 3 et 4.

- M11.6 (le retour des calibres inférieurs des coins 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des matrices femelles 1 et 2 et par M11.5.

Ils se désactivent par le retour des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4.

- M11.7 (le retour des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres inférieurs des coins 1, 2, 3 et 4 et par M11.7.

Ils se désactivent par le retour des calibres de serrage 1, 2, 3, et 4.

- M12.0 (le retour des calibres de serrage 1, 2, 3, et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres extérieurs 1, 2, 3 et 4 et par M11.7.

Ils se désactivent par le retour des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4.

- M12.1 (le retour des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4 et par M12.0.

Ils se désactivent par M12.2.

- M12.2 s'active par la détection de la fin de retour des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4 et par M12.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 4.

- M12.3 s'active par la détection de la fin de montée du bras de la manutention 4 et par M4.5.

Il se désactive par l'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4.

- M12.4 (l'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la pièce par la table de poinçonnage de charniers et par M12.3.

Ils se désactivent par l'avance des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4.

- M12.5 (l'avance des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4 et par M12.4.

Ils se désactivent par l'avance des poinçons 1 et 2.

- M12.6 (l'avance des poinçons 1 et 2) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4 et par M12.5.

Ils se désactivent par le retour des poinçons 1 et 2.

- M12.7 (le retour des poinçons 1 et 2) s'activent par la détection de la fin d'avance des poinçons 1 et 2 et par M12.6.

Ils se désactivent par le retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4.

- M13.0 (le retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des poinçons 1 et 2 et par M12.7.

Ils se désactivent par le retour des calibres intérieurs 1, 2, 3 et 4.

- M13.1 (le retour des calibres intérieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4 et par m13.1.

Ils se désactivent par M13.2.

- M13.2 s'active par la détection de la fin de retour des calibres intérieurs 1, 2, 3 et 4 et par M13.1.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 5.

- M13.3 s'active par la détection de la fin de montée du bras de la manutention 5 et par M5.5.

Il se désactive par l'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4.

- M13.4 (l'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la pièce par la soudeuse par points multiples et par M13.3.

Ils se désactivent par l'avance des calibres de serrage supérieur 1, 2, 3 et 4.

- M13.5 (l'avance des calibres de serrage supérieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres inférieurs 1, 2, 3 et 4 et par M13.4.

Ils se désactivent par l'avance des calibres de serrage inférieur 1, 2, 3 et 4.

- M13.6 (l'avance des calibres de serrage inférieur 1, 2, 3 et 4)

S'activent par la détection de la fin d'avance des calibres de serrage supérieur 1, 2, 3 et 4 et par M13.5.

Ils se désactivent par l'avance des chalumeaux 1, 2, 3 et 4.

- M13.7 (l'avance des chalumeaux 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des calibres de serrage inférieur 1, 2, 3 et 4 et par M13.6.

Ils se désactivent par le retour des calibres de serrage inférieur 1, 2, 3 et 4.

- M14.0 (le retour des calibres de serrage inférieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin d'avance des chalumeaux 1, 2, 3 et 4, M13.7 et T9 (T9 s'active par la détection de la fin d'avance des calibres de serrage 1, 2, 3 et 4).

Ils se désactivent par le retour des calibres de serrage supérieur 1, 2, 3 et 4.

- M14.1 (le retour des calibres de serrage supérieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibre de serrage inferieur 1, 2, 3 et 4 et par M14.0.

Ils se désactivent par le retour des calibres inferieur 1, 2, 3 et 4.

- M14.2 (le retour des calibres inferieur 1, 2, 3 et 4) s'activent par la détection de la fin de retour des calibres de serrage supérieur 1, 2, 3 et 4 et par M14.1.

Ils se désactivent par M14.3.

- M14.3 s'active par la détection de la fin de retour des calibres inferieur 1, 2, 3 et 4 et par M14.2.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 6

- M14.4 s'active par la détection de la fin de montée du bras de la manutention 6 et par M6.5.

Il se désactive par la rotation de la table.

- M14.5 (rotation de la table) s'active après la détection de la pièce par la table rotative et par M14.4.

Il se désactive par M14.6.

- M14.6 s'active par la détection de la fin de rotation de la table et par M14.5.

Il se désactive par la descente du bras de la manutention 7.

## La table des mnémoniques :

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
1	BP1	E 0.4	BOOL	sélection du mode automatique solidaire.
2	DISJ	E 0.0	BOOL	démarrage de la chaîne.
3	LS001	E 25.2	BOOL	détection de fin d'avance de la table du chalumeau 1
4	LS002	E 25.3	BOOL	détection de fin d'avance de la table du chalumeau 2
5	LS003	E 25.4	BOOL	détection de fin d'avance de la table du chalumeau 3
6	LS004	E 25.1	BOOL	détection de la fin de monte du bras de manœuvre
7	LS005	E 25.5	BOOL	détection de fin d'avance de la table du chalumeau 4
8	LS006	E 25.6	BOOL	détection de fin de retour de la table du chalumeau 1
9	LS007	E 25.7	BOOL	détection de fin de retour de la table du chalumeau 2
10	LS008	E 26.0	BOOL	détection de fin de retour de la table du chalumeau 3
11	LS009	E 26.1	BOOL	détection de fin de retour de la table du chalumeau 4
12	LS01	E 5.7	BOOL	détection fin d'avance de calibre inférieur 1.
13	LS010	E 7.0	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 2.
14	LS0 100	E 19.0	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 4
15	LS0101	E 19.1	BOOL	détection fin de retour du calibre de serrage 1
16	LS0102	E 19.2	BOOL	détection fin de retour du calibre de serrage 2
17	LS0103	E 19.3	BOOL	détection fin de retour du calibre de serrage 3
18	LS0 104	E 19.4	BOOL	détection fin de retour du calibre de serrage 4
19	LS0 105	E 19.5	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inférieur 2
20	LS0 106	E 19.6	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inférieur 3
21	LS0 107	E 19.7	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inférieur 4
22	LS0 108	E 20.0	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 1
23	LS0 109	E 20.1	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 2
24	LS011	E 7.1	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 3.
25	LS0 110	E 20.2	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 3
26	LS0 111	E 20.3	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 4
27	LS0 112	E 20.4	BOOL	détection de fin d'avance du poinçon 1
28	LS0 113	E 20.5	BOOL	détection de fin de retour du poinçon 1
29	LS0 114	E 20.6	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 1
30	LS0 115	E 20.7	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 2
31	LS0116	E 21.0	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 3
32	LS0117	E 21.1	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 4
33	LS0118	E 21.2	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 1
34	LS0119	E 21.3	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 2
35	LS012	E 7.2	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 4.
36	LS0 120	E 21.4	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 3
37	LS0121	E 21.5	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 4
38	LS0 122	E 21.6	BOOL	détection fin d'avance du calibre inférieur 1
39	LS0 123	E 21.7	BOOL	détection fin d'avance du calibre inférieur 2
40	LS0 124	E 22.0	BOOL	détection fin d'avance du calibre inférieur 3
41	LS0 125	E 22.1	BOOL	détection fin d'avance du calibre inférieur 4
42	LS0126	E 22.2	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage supérieur 1
43	LS0 127	E 22.3	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage supérieur 2
44	LS0 128	E 22.4	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage supérieur 3
45	LS0129	E 22.5	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage supérieur 4
46	LS013	E 7.3	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 5.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
47	LS0 130	E 22.6	BOOL	détection de fin d'avance de serrage inferieur 1
48	LS0131	E 22.7	BOOL	détection de fin d'avance de serrage inferieur 2
49	LS0 132	E 23.0	BOOL	détection de fin d'avance de serrage inferieur 3
50	LS0 133	E 23.1	BOOL	détection de fin d'avance de serrage inferieur 4
51	LS0 134	E 23.2	BOOL	détection de fin d'avance du chalumeau 1
52	LS0 135	E 23.3	BOOL	détection fin de retour du calibre du serrage inferieur1
53	LS0 136	E 23.4	BOOL	détection fin de retour du calibre du serrage inferieur 2
54	LS0 137	E 23.5	BOOL	détection fin de retour du calibre du serrage inferieur 3
55	LS0 138	E 23.6	BOOL	détection fin de retour du calibre du serrage inferieur 4
56	LS0 139	E 23.7	BOOL	détection fin de retour de serrage superieur1
57	LS014	E 7.4	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 6.
58	LS0 140	E 24.0	BOOL	détection fin de retour de serrage superieur2
59	LS0 141	E 24.1	BOOL	détection fin de retour de serrage superieur3
60	LS0 142	E 24.2	BOOL	détection fin de retour de serrage superieur4
61	LS0 143	E 24.3	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure1
62	LS0 144	E 24.4	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure2
63	LS0 145	E 7.5	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure3
64	LS0 146	E 24.6	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure4
65	LS015	E 27.6	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 7.
66	LS016	E 7.6	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 8.
67	LS017	E 7.7	BOOL	détection fin d'avance du chalumeau 1.
68	LS018	E 8.0	BOOL	détection fin d'avance du chalumeau 2.
69	LS019	E 8.1	BOOL	détection fin d'avance du chalumeau 3.
70	LS02	E 6.0	BOOL	détection fin d'avance de calibre inferieur2.
71	LS020	E 8.2	BOOL	détection fin d'avance du chalumeau 4.
72	LS021	E 8.3	BOOL	détection fin de descente du chalumeau 1.
73	LS022	E 8.4	BOOL	détection fin de descente du chalumeau 2.
74	LS023	E 8.5	BOOL	détection fin de descente du chalumeau 3.
75	LS024	E 8.6	BOOL	détection fin de descente du chalumeau 4.
76	LS025	E 8.7	BOOL	détection fin de montée du chalumeau 1.
77	LS026	E 9.0	BOOL	détection fin de montée du chalumeau 2.
78	LS027	E 9.1	BOOL	détection fin de montée du chalumeau 3.
79	LS028	E 9.2	BOOL	détection fin de montée du chalumeau 4.
80	LS029	E 9.3	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 1.
81	LS03	E 6.1	BOOL	détection fin d'avance de calibre inferieur3.
82	LS030	E 9.4	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 2.
83	LS031	E 9.5	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 3.
84	LS032	E 9.6	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 4.
85	LS033	E 9.7	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 5.
86	LS034	E 10.0	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 6.
87	LS035	E 10.1	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 7.
88	LS036	E 10.2	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 8.
89	LS037	E 10.3	BOOL	détection fin de retour du serrage de piece1.
90	LS038	E 10.4	BOOL	détection fin de retour du serrage de piece2.
91	LS039	E 10.5	BOOL	détection fin de retour du serrage de piece3.
92	LS04	E 6.2	BOOL	détection fin d'avance de calibre inferieur4.
93	LS040	E 10.6	BOOL	détection fin de retour du serrage de piece4.
94	LS041	E 10.7	BOOL	détection de fin de retour du calibre inferieur 1.
95	LS042	E 11.0	BOOL	détection de fin de retour du calibre inferieur 2.
96	LS043	E 11.1	BOOL	détection de fin de retour du calibre inferieur 3.
97	LS044	E 11.2	BOOL	détection de fin de retour du calibre inferieur 4.
98	LS045	E 11.3	BOOL	détection fin d'avance du châssis 1.
99	LS046	E 11.4	BOOL	détection fin d'avance du châssis 2.
100	LS047	E 11.5	BOOL	détection fin d'avance du calibre inferieur 1.
101	LS048	E 11.6	BOOL	détection fin d'avance du calibre inferieur 2.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
102	LS049	E 11.7	BOOL	détection fin d'avance du calibre inferieur 3.
103	LS05	E 6.3	BOOL	détection fin d'avance de calibre de serrage 1.
104	LS050	E 12.0	BOOL	détection fin d'avance du calibre inferieur 4.
105	LS051	E 12.1	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage1.
106	LS052	E 12.2	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage2.
107	LS053	E 12.3	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage3.
108	LS054	E 12.4	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage4.
109	LS055	E 24.7	BOOL	détection de fin d'avance du calibre exterieur1.
110	LS056	E 12.5	BOOL	détection de fin d'avance du calibre exterieur2.
111	LS057	E 12.6	BOOL	détection de fin d'avance du calibre exterieur3.
112	LS058	E 12.7	BOOL	détection de fin d'avance du calibre exterieur4.
113	LS059	E 13.0	BOOL	détection fin de retour du châssis 1.
114	LS06	E 6.4	BOOL	détection fin d'avance de calibre de serrage 2.
115	LS060	E 13.1	BOOL	détection fin de retour du châssis 2.
116	LS061	E 13.2	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 1.
117	LS062	E 13.3	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 2.
118	LS063	E 13.4	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 3.
119	LS064	E 13.5	BOOL	détection fin de retour du calibre extérieur 4.
120	LS065	E 13.6	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 1.
121	LS066	E 13.7	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 2.
122	LS067	E 14.0	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 3.
123	LS068	E 14.1	BOOL	détection de fin de retour du calibre de serrage 4.
124	LS069	E 14.2	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 1.
125	LS07	E 6.5	BOOL	détection fin d'avance de calibre de serrage 3.
126	LS070	E 14.3	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 2.
127	LS071	E 14.4	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 3.
128	LS072	E 14.5	BOOL	détection fin de retour du calibre intérieur 4.
129	LS073	E 14.6	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur 1.
130	LS074	E 14.7	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur 2.
131	LS075	E 15.0	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur 3.
132	LS076	E 15.1	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur 4.
133	LS077	E 15.2	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 1.
134	LS078	E 15.3	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 2.
135	LS079	E 15.4	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 3.
136	LS08	E 6.6	BOOL	détection fin d'avance de calibre de serrage 4.
137	LS080	E 15.5	BOOL	détection fin d'avance du calibre de serrage 4.
138	LS081	E 15.6	BOOL	détection de fin d'avance du calibre extérieur 1.
139	LS082	E 15.7	BOOL	détection de fin d'avance du calibre extérieur 2.
140	LS083	E 16.0	BOOL	détection de fin d'avance du calibre extérieur 3.
141	LS084	E 16.1	BOOL	détection de fin d'avance du calibre extérieur 4.
142	LS085	E 16.2	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur de coin 1.
143	LS086	E 16.3	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur de coin 2.
144	LS087	E 16.4	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur de coin 3.
145	LS088	E 16.5	BOOL	détection de fin d'avance du calibre inferieur de coin 4.
146	LS089	E 16.6	BOOL	détection de déviateur de la matrice femelle1.
147	LS09	E 6.7	BOOL	détection fin d'avance de calibre extérieur 1.
148	LS090	E 16.7	BOOL	détection de fin d'avance de la matrice femelle de coin1
149	LS091	E 17.7	BOOL	détection de fin de retour de la matrice femelle de coin1
150	LS092	E 18.0	BOOL	détection de fin de retour de la matrice femelle1
151	LS093	E 18.1	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure de coin 1
152	LS094	E 18.2	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure de coin2
153	LS095	E 18.3	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure de coin3
154	LS096	E 18.4	BOOL	détection fin de retour du calibre inferieure de coin4
155	LS097	E 18.5	BOOL	détection de fin de retour de calibre exterieur1

<b>Eta1</b>	<b>Mnémonique</b>	<b>Opérande</b>	<b>Type de données</b>	<b>Commentaire</b>
156	LS098	E 18.6	BOOL	détection de fin de retour de calibre extérieur2
157	LS099	E 18.7	BOOL	détection de fin de retour de calibre extérieur3
158	LS1	E 0.5	BOOL	détection de la pièce à l'entrée du transporteur.
159	LS10	E 1.4	BOOL	détection de la sortie du troisième vérin.
160	LS11	E 1.5	BOOL	détection de la fin d'avance du chariot.
161	LS12	E 1.6	BOOL	détection du retour du premier vérin.
162	LS13	E 1.7	BOOL	détection du retour du deuxième vérin.
163	LS14	E 2.0	BOOL	détection du retour du troisième vérin.
164	LS147	E 17.0	BOOL	détection de déviateur de la matrice femelle2.
165	LS148	E 17.1	BOOL	détection de fin d'avance de la matrice femelle de coin2
166	LS149	E 17.2	BOOL	détection de fin d'avance de la matrice femelle de coin3
167	LS15	E 2.1	BOOL	détection de la fin de montée du premier bras de manutention 1.
168	LS150	E 17.3	BOOL	détection de fin d'avance de la matrice femelle de coin 4
169	LS151	E 17.4	BOOL	détection de fin de retour de la matrice femelle de coin 2
170	LS152	E 17.5	BOOL	détection de fin de retour de la matrice femelle de coin 3
171	LS153	E 17.6	BOOL	détection de fin de retour de la matrice femelle de coin 4
172	LS154	E 26.2	BOOL	détection de fin de retour de la matrice femelle2
173	LS155	E 26.3	BOOL	détection de fin de retour du calibre inférieur1
174	LS156	E 26.4	BOOL	détection de fin de retour du calibre inférieur2
175	LS157	E 26.5	BOOL	détection de fin de retour du calibre inférieur3
176	LS158	E 26.6	BOOL	détection de fin de retour du calibre inférieur4
177	LS159	E 27.0	BOOL	détection de fin d'avance de poinçon2
178	LS16	E 2.2	BOOL	détection de la fin de retour du bras de transfert.
179	LS160	E 27.1	BOOL	détection de fin de retour du poinçon2
180	LS161	E 26.7	BOOL	détection de fin d'avance du chalumeau2
181	LS162	E 27.2	BOOL	détection de fin d'avance du chalumeau3
182	LS163	E 27.3	BOOL	détection de fin d'avance du chalumeau4
183	LS164	E 27.4	BOOL	détection de fin d'avance du calibre intérieur1
184	LS165	E 27.5	BOOL	détection de fin de rotation de la table
185	LS18	E 2.3	BOOL	détection de la fin de descente du premier bras de manutention 1.
186	LS19	E 2.4	BOOL	détection de la pièce par le manu 1.
187	LS2	E 0.6	BOOL	position initiale du renverseur.
188	LS21	E 2.5	BOOL	fin d'avance du bras de transfert.
189	LS22	E 2.6	BOOL	détection de la présence de la pièce sur la table plasma.
190	LS24	E 3.4	BOOL	détection de la pièce par la table de bordage 2
191	LS25	E 2.7	BOOL	fin de retour du chariot.
192	LS28	E 3.0	BOOL	détection de la fin de sortie du bras de manutention 2.
193	LS29	E 3.1	BOOL	détection de la présence de la pièce par le bras de manutention 2.
194	LS3	E 0.7	BOOL	détection de la pièce à la sortie du transporteur.
195	LS31	E 3.2	BOOL	détection de la fin de montée du bras de manutention 2.
196	LS32	E 3.3	BOOL	détection la présence de la pièce par la table de bordage 1.
197	LS34	E 28.0	BOOL	détection fin de sortie manu 3
198	LS35	E 3.5	BOOL	détection de la pièce
199	LS37	E 3.6	BOOL	détection de la fin de montée du manu3.
200	LS40	E 3.7	BOOL	détection de la pièce par la table de poinçonnage de charnières.
201	LS41	E 4.0	BOOL	détection de la fin de descente du manu 4.
202	LS42	E 4.1	BOOL	détection de la pièce par le manu 4.
203	LS44	E 25.0	BOOL	détection fin de monté du manu 4

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
204	LS47	E 4.2	BOOL	détection de la pièce par la soudeuse par points multiples.
205	LS48	E 4.3	BOOL	détection de la fin de descente du manu 5.
206	LS49	E 4.4	BOOL	détection de la pièce par le manu 5.
207	LS50	E 4.5	BOOL	détection fin de monté de manutention 5.
208	LS54	E 4.6	BOOL	détection fin de descente de manu6
209	LS55	E 4.7	BOOL	détection de fin de monté de manu6.
210	LS56	E 5.0	BOOL	détection de la pièce par le manu6.
211	LS57	E 5.1	BOOL	détection de la pièce par la table rotative.
212	LS59	E 5.2	BOOL	détection fin de descente de manu7.
213	LS6	E 1.1	BOOL	fin de renversement.
214	LS60	E 5.3	BOOL	détection de la pièce par manu7.
215	LS62	E 5.4	BOOL	détection de la pièce a l'entré du transporteur de sortie.
216	LS63	E 0.1	BOOL	Led de signalisation de démarrage de la pompe avide.
217	LS64	E 0.2	BOOL	Led de signalisation du démarrage de la pompe hydraulique 1.
218	LS65	E 0.3	BOOL	Led de signalisation de la pompe hydraulique 2.
219	LS7	E 1.0	BOOL	détection de la pièce sur le chariot.
220	LS8	E 1.2	BOOL	détection de la sortie du premier vérin.
221	LS9	E 1.3	BOOL	détection de la sortie du deuxième verin.
1	y0	A 16.0	BOOL	démarrage de la pompe à vide
2	Y1	A 16.1	BOOL	démarrage de la pompe hydraulique 1
3	Y10	A 17.2	BOOL	expiration de la pièce
4	Y100	A 27.5	BOOL	retour du calibre extérieur1
5	Y101	A 27.6	BOOL	retour du calibre extérieur2
6	Y102	E 27.7	BOOL	retour du calibre extérieur3
7	Y103	A 28.0	BOOL	retour du calibre extérieur4
8	Y104	A 28.1	BOOL	retour de serrage de la piece1
9	Y105	A 28.2	BOOL	retour de serrage de la piece2
10	Y106	A 28.3	BOOL	retour de serrage de la piece3
11	Y107	A 28.4	BOOL	retour de serrage de la piece4
12	Y108	A 28.5	BOOL	retour du calibre intérieur 1
13	Y109	A 28.6	BOOL	retour du calibre intérieur 2
14	Y11	A 17.3	BOOL	sortie du vérin A
15	Y110	A 28.7	BOOL	retour du calibre intérieur 3
16	Y111	A 29.0	BOOL	retour du calibre interieur4
17	Y113	A 29.2	BOOL	descente du manu3
18	Y114	A 29.3	BOOL	aspiration de la pièce par m3
19	Y115	A 29.4	BOOL	remonté du bras m3
20	Y118	A 29.7	BOOL	expiration de la pièce
21	Y12	A 17.4	BOOL	sortie du verin B
22	Y121	A 30.0	BOOL	avance du calibre intérieur 1
23	Y122	A 30.1	BOOL	avance du calibre intérieur 2
24	Y123	A 30.2	BOOL	avance du calibre intérieur 3
25	Y124	A 30.3	BOOL	avance du calibre intérieur 4
26	Y125	A 30.4	BOOL	avance de calibre extérieur1
27	Y126	A 30.5	BOOL	avance de calibre extérieur2
28	Y127	A 30.6	BOOL	avance de calibre extérieur3
29	Y128	A 30.7	BOOL	avance de calibre extérieur4
30	Y129	A 31.0	BOOL	avance du calibre intérieur de coin 1
31	Y13	A 17.5	BOOL	sortie du verin C
32	Y130	A 31.1	BOOL	avance du calibre intérieur de coin 2
33	Y131	A 31.2	BOOL	avance du calibre intérieur de coin 3
34	Y132	A 31.3	BOOL	avance du calibre intérieur de coin 4
35	Y133	A 31.4	BOOL	avance du calibre intérieur de coin 1
36	Y134	A 31.5	BOOL	avance du calibre intérieur de coin2

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
37	Y135	A 31.6	BOOL	avance du calibre intérieur de coin3
38	Y136	A 31.7	BOOL	avance du calibre intérieur de coin4
39	Y137	A 32.0	BOOL	déviator de la matrice femelle1
40	Y138	A 32.1	BOOL	déviator de la matrice femelle2
41	Y139	A 32.2	BOOL	déviator de la matrice femelle de coin 1
42	Y14	A 17.6	BOOL	démarrage du chariot
43	Y140	A 32.3	BOOL	déviator de la matrice femelle de coin 2
44	Y141	A 32.4	BOOL	déviator de la matrice femelle de coin 3
45	Y142	A 32.5	BOOL	déviator de la matrice femelle de coin 4
46	Y143	A 32.6	BOOL	retour de la matrice femelle de coin 1
47	Y144	A 32.7	BOOL	retour de la matrice femelle de coin 2
48	y145	A 33.0	BOOL	retour de la matrice femelle de coin 3
49	Y146	A 33.1	BOOL	retour de la matrice femelle de coin 4
50	Y147	A 33.2	BOOL	retour de la matrice femelle1
51	Y148	A 33.3	BOOL	retour de la matrice femelle2
52	Y149	A 33.4	BOOL	calibre intérieur de coin retour1
53	Y15	A 17.7	BOOL	retour du verin
54	Y150	A 33.5	BOOL	calibre intérieur de coin retour2
55	Y151	A 33.6	BOOL	calibre intérieur de coin retour3
56	Y152	A 33.7	BOOL	calibre intérieur de coin retour4
57	Y153	A 34.0	BOOL	retour du calibre extérieur1
58	Y154	A 34.1	BOOL	retour du calibre extérieur2
59	Y155	A 34.2	BOOL	retour du calibre extérieur3
60	Y156	A 34.3	BOOL	retour du calibre extérieur4
61	Y157	A 34.4	BOOL	retour du serrage de la pièce1
62	Y158	A 34.5	BOOL	retour du serrage de la pièce2
63	Y159	A 34.6	BOOL	retour du serrage de la pièce3
64	Y16	A 18.0	BOOL	retour du verin B
65	Y160	A 34.7	BOOL	retour du serrage de la pièce4
66	Y161	A 35.0	BOOL	retour du calibre intérieur1
67	Y162	A 35.1	BOOL	retour du calibre intérieur2
68	Y163	A 35.2	BOOL	retour du calibre intérieur3
69	Y164	A 35.3	BOOL	retour du calibre intérieur4
70	Y166	A 35.4	BOOL	descente du manu4
71	Y167	A 35.5	BOOL	aspiration de la pièce par m4
72	Y168	A 35.6	BOOL	remontée de m4
73	Y17	A 18.1	BOOL	retour du verin c
74	Y171	A 35.7	BOOL	expiration de la pièce par m4
75	Y173	A 36.0	BOOL	avance du calibre intérieur1
76	Y174	A 36.1	BOOL	avance du calibre intérieur2
77	Y175	A 36.2	BOOL	avance du calibre intérieur3
78	Y176	A 36.3	BOOL	avance du calibre intérieur4
79	Y177	A 36.4	BOOL	l'avance du calibre de serrage 1
80	Y178	A 36.5	BOOL	l'avance du calibre de serrage 2
81	Y179	A 36.6	BOOL	l'avance du calibre de serrage 3
82	Y18	A 18.2	BOOL	descente du manu 1
83	Y180	A 36.7	BOOL	l'avance du calibre desserrage 4
84	Y181	A 37.0	BOOL	avance du poinçon1
85	Y182	A 37.1	BOOL	avance du poinçon2
86	Y183	A 37.2	BOOL	retour du poinçon1
87	Y184	A 37.3	BOOL	retour du poinçon2
88	Y185	A 37.4	BOOL	retour du serrage de la pièce1
89	Y186	A 37.5	BOOL	retour du serrage de la pièce2
90	Y187	A 37.6	BOOL	retour du serrage de la pièce3
91	Y188	A 37.7	BOOL	retour du serrage de la pièce4

<b>Etat</b>	<b>Mnémonique</b>	<b>Opérande</b>	<b>Type de données</b>	<b>Commentaire</b>
92	Y189	A 38.0	BOOL	retour du calibre intérieur 1
93	Y19	A 18.3	BOOL	aspiration de la pièce
94	Y190	A 38.1	BOOL	retour du calibre intérieur 2
95	Y191	A 38.2	BOOL	retour du calibre intérieur 3
96	Y192	A 38.3	BOOL	retour du calibre intérieur 4
97	Y194	A 38.4	BOOL	descente de m5
98	Y195	A 38.5	BOOL	aspiration de la pièce par m5
99	Y196	A 38.6	BOOL	remonté du m5
100	Y199	A 38.7	BOOL	expiration de la pièce sur la soudeuse
101	Y2	A 16.2	BOOL	démarrage de la pompe hydraulique 2
102	Y20	A 18.4	BOOL	remonté du bras de manu 1
103	Y201	A 39.0	BOOL	avance du calibre interieur1
104	Y202	A 39.1	BOOL	avance du calibre interieur2
105	Y203	A 39.2	BOOL	avance du calibre interieur3
106	Y204	A 39.3	BOOL	avance du calibre interieur4
107	Y205	A 39.4	BOOL	avance du calibre de serrage superieur1
108	Y206	A 39.5	BOOL	avance du calibre de serrage superieur2
109	Y207	A 39.6	BOOL	avance du calibre de serrage superieur3
110	Y208	A 39.7	BOOL	avance du calibre de serrage superieur4
111	Y209	A 40.0	BOOL	avance de serrage de la pièce inferieur1
112	Y210	A 40.1	BOOL	avance de serrage de la pièce inferieur2
113	Y211	A 40.2	BOOL	avance de serrage de la pièce inferieur3
114	Y212	A 40.3	BOOL	avance de serrage de la pièce inferieur4
115	Y213	A 40.4	BOOL	avance du chalumeau 1
116	Y214	A 40.5	BOOL	avance du chalumeau2
117	Y215	A 40.6	BOOL	avance du chalumeau3
118	Y216	A 40.7	BOOL	avance du chalumeau4
119	Y217	A 41.0	BOOL	Retour du serrage interieur1
120	Y218	A 41.1	BOOL	Retour du serrage interieur2
121	Y219	A 41.2	BOOL	Retour du serrage interieur3
122	Y22	A 18.5	BOOL	avance du bras de transfert
123	Y220	A 41.3	BOOL	Retour du serrage interieur4
124	Y221	A 41.4	BOOL	retour du serrage superieur1
125	Y222	A 41.5	BOOL	retour du serrage superieur2
126	Y223	A 41.6	BOOL	retour du serrage superieur3
127	Y224	A 41.7	BOOL	retour du serrage superieur4
128	Y225	A 42.0	BOOL	retour du calibre interieur1
129	Y226	A 42.1	BOOL	retour du calibre interieur2
130	Y227	A 42.2	BOOL	retour du calibre interieur3
131	Y228	A 42.3	BOOL	retour du calibre interieur4
132	Y23	A 18.6	BOOL	expiration de la pièce
133	Y230	A 42.4	BOOL	descente de m6
134	Y231	A 42.5	BOOL	aspiration de la pièce
135	Y232	A 42.6	BOOL	remonté du m6
136	Y235	A 42.7	BOOL	expiration de la pièce par la table rotative
137	Y237	A 43.1	BOOL	rotation de la table
138	Y239	A 43.2	BOOL	descente de m7
139	y24	A 18.7	BOOL	expiration de la pièce par m2
140	Y240	A 43.3	BOOL	aspiration de la pièce
141	Y241	A 43.4	BOOL	remonté du bras m7
142	Y244	A 43.5	BOOL	expiration de la pièce
143	Y247	A 43.6	BOOL	évacuation de la pièce
144	Y25	A 19.0	BOOL	retour du chariot
145	Y26	A 19.1	BOOL	avance du calibre intérieur 1
146	Y27	A 19.2	BOOL	avance du calibre intérieur 2

<b>Etat</b>	<b>Mnémonique</b>	<b>Opérande</b>	<b>Type de données</b>	<b>Commentaire</b>
147	Y28	A 19.3	BOOL	avance du calibre intérieur 3
148	Y29	A 19.4	BOOL	avance du calibre intérieur 4
149	Y3	A 16.3	BOOL	vérification des conditions initiales
150	Y31	A 19.6	BOOL	avance du calibre de serrage 1
151	Y32	A 19.7	BOOL	avance du calibre de serrage 2
152	Y33	A 20.0	BOOL	avance du calibre de serrage 3
153	Y34	A 20.1	BOOL	avance du calibre de serrage 4
154	Y35	A 20.2	BOOL	avance de calibre extérieur1
155	Y36	A 20.3	BOOL	avance de calibre extérieur2
156	Y37	A 20.4	BOOL	avance de calibre extérieur3
157	Y38	A 20.5	BOOL	avance de calibre extérieur4
158	Y39	A 20.6	BOOL	avance de calibre extérieur5
159	Y4	A 16.4	BOOL	allumage du voyant indiquant le fonctionnement automatique solidaire
160	Y40	A 20.7	BOOL	avance de calibre extérieur6
161	Y41	A 21.0	BOOL	avance de calibre extérieur7
162	Y42	A 21.1	BOOL	avance de calibre extérieur8
163	Y43	A 21.2	BOOL	avance de la table du chalumeau 1
164	Y44	A 21.3	BOOL	avance de la table du chalumeau2
165	Y45	A 21.4	BOOL	avance de la table du chalumeau3
166	Y46	A 21.5	BOOL	avance de la table du chalumeau4
167	Y47	A 21.6	BOOL	descente du chalumeau 1
168	Y48	A 21.7	BOOL	descente du chalumeau 2
169	Y49	A 22.0	BOOL	descente du chalumeau 3
170	Y5	A 16.5	BOOL	démarrage du transporteur de sortie
171	Y50	A 22.1	BOOL	descente du chalumeau 4
172	Y51	A 22.2	BOOL	remonté du chalumeau 1
173	Y52	A 22.3	BOOL	remonté du chalumeau 2
174	Y53	A 22.4	BOOL	remonté du chalumeau 3
175	Y54	A 22.5	BOOL	remonté du chalumeau 4
176	Y55	A 22.6	BOOL	retour de la table du chalumeau 1
178	Y56	A 22.7	BOOL	retour de la table du chalumeau 2
179	Y57	A 23.0	BOOL	retour de la table du chalumeau 3
180	Y58	A 23.1	BOOL	retour de la table du chalumeau 4
181	Y59	A 23.2	BOOL	retour du calibre extérieur 1
182	Y6	A 16.6	BOOL	démarrage du moteur a engrenage
183	Y60	A 23.3	BOOL	retour du calibre extérieur 2
184	Y61	A 23.4	BOOL	retour du calibre extérieur 3
185	Y62	A 23.5	BOOL	retour du calibre extérieur 4
186	Y63	A 23.6	BOOL	retour du calibre extérieur 5
187	Y64	A 23.7	BOOL	retour du calibre extérieur 6
188	Y65	A 24.0	BOOL	retour du calibre extérieur 7
189	Y66	A 24.1	BOOL	retour du calibre extérieur 8
190	Y67	A 24.2	BOOL	retour de serrage de la pièce 1
191	Y68	A 24.3	BOOL	retour de serrage de la pièce 2
192	Y69	A 24.4	BOOL	retour de serrage de la pièce 3
193	Y7	A 16.7	BOOL	arrêt du moteur du transporteur
194	Y70	A 24.5	BOOL	retour de serrage de la pièce 4
195	Y71	A 24.6	BOOL	retour du calibre inférieur 1
196	Y72	A 24.7	BOOL	retour du calibre inférieur 2
197	Y73	A 25.0	BOOL	retour du calibre inférieur 3
198	Y74	A 25.1	BOOL	retour du calibre inférieur 4
199	Y75	A 26.1	BOOL	retour du bras de transfert
200	Y76	A 25.2	BOOL	descente du manu2
201	Y77	A 44.0	BOOL	aspiration par m2

<b>Et</b>	<b>Mnémonique</b>	<b>Opérande</b>	<b>Type de données</b>	<b>Commentaire</b>
202	Y78	A 25.3	BOOL	montée du manu2
203	Y8	A 17.0	BOOL	expiration de la pièce par le renverseur
204	Y83	A 25.4	BOOL	avance du calibre intérieur 1
205	Y84	A 25.5	BOOL	avance du calibre intérieur 2
206	Y85	A 25.6	BOOL	avance du calibre intérieur 3
207	Y86	A 25.7	BOOL	avance du calibre intérieur 4
208	Y87	A 26.0	BOOL	serrage de la pièce 1
209	Y89	A 26.2	BOOL	serrage de la pièce 2
210	Y9	A 17.1	BOOL	renversement de la pièce
211	Y90	A 26.3	BOOL	serrage de la pièce 3
212	Y91	A 26.4	BOOL	serrage de la pièce 4
213	Y92	A 26.5	BOOL	avance du calibre extérieur 1
214	Y93	A 26.6	BOOL	avance du calibre extérieur 2
215	Y94	A 26.7	BOOL	avance du calibre extérieur 3
216	Y95	A 27.0	BOOL	avance du calibre extérieur 4
217	Y96	A 27.1	BOOL	déplacement du châssis 1
218	Y97	A 27.2	BOOL	déplacement du châssis 2
220	Y98	A 27.3	BOOL	recul du châssis 1
221	Y99	A 27.4	BOOL	recul du châssis 2
222	Y22	A 43.7	BOOL	Retour du renverseur