République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
UAMO (ALGERIE)
Faculté des sciences et des sciences appliquées

Département de Génie Electrique

mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme
MASTER en Electromécanique

OPTION : Electromécanique

Thème

Remplacement de la logique câblée par la logique programmée (API S7-300) du gratteur portique

Présenté par :

Mr : BELKADI Ahmed

Mr: TOUAT Mohamed

Encadré par :

Mr : ISSAOUNI Salim

Mr : BENABDALLAH Ahmed Tidjani

2017/2018

Louanges à Dieu Tout Puissant, qu'Il Soit exalté, pour nous avoir octroyé volonté, santé et patience durant toutes ces longues années.

Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur ***M: ISSAOUNI Salim****, pour son dévouement et sa disponibilité tout au long de la préparation de ce mémoire.*

Nous remercions aussi tout particulièrement notre encadreur de la société des cimenteries de SOUR EL GHOZLANE ***M: BENABDALLAH Ahmed Tidjani*** *et également tout personnel de la cimenterie, pour leur sympathie et leur accueil chaleureux.*

Nous sommes également très reconnaissants aux membres du jury qui nous feront l'honneur de juger ce travail, d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.

Notre gratitude va à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à que ce modeste travail afin qu'il puisse voir le jour.

Dédicace

Dieu me suffit, quel excellent protecteur

Nous dédions ce modeste travail à :

- Nos très chers parents qui ont été toujours à nos coté pour soutenir et nous encourager.
- Nos très chers frères.
- nos familles.
- Nos amis et collègues.
- A toute la promotion d'électromécanique.

Ahmed ; Mohamed

Sommaire

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE……..……..……..……..1

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DESCRIPTION DU GRATTEUR

I.1. INTRODUCTION 4
I.2. DESCRIPTION DE L'ENTREPRISE 4
I.2.1. Présentation de l'entreprise 4
I.2.2. Identification de l'usine 4
I.2.3. Caractéristiques Techniques 5
I.2.4. Organigramme de la filiale SC/ SOUR EL GHOZLANE 6
I.3. PROCESSUS DE FABRICATION DU CIMENT 6
I.3.1. Introduction 6
I.3.2. Les étapes de fabrication du ciment 7
I.3.3. Processus de fabrication de ciment 13
I.4. DESCRIPTION DU GRATTEUR PORTIQUE VP2-120/23 14
I.4.1. Introduction 14
I.4.2. Principe de fonctionnement : 14
I.4.3. Caractéristiques générales : 14
I.4.4. Description du gratteur portique 16
I.5. CONCLUSION 20

CHAPITRE II : LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELLE

II.1. INTRODUCTION 21
II.1.1. Remplacement la logique câblée par la logique programmée 21
II.1.2. La logique câblée 21
II.1.3. La logique programmée 22
II.2. LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS..... 23
II.2.1. Historique 24
II.2.2. Définition générale 24
II.2.3. Architecture des automates programmables industriels 25
II.2.4. Structure interne des automates programmables 26
II.3. GRAFCET 28
II.3.1. Description du GRAFCET..... 28
II.3.2. Les règles d'évolution du GRAFCET 31
II.3.3. Les structures de base 31
II.4. LANGAGE LADDER 34

II.4.1. Principe 35
II.4.2. Les composants du langage 36
II.5. CHOIX D'UN AUTOMATE 36
II.6. PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7 – 300 37
II.6.1. Modularité 38
II.6.2. Module d'alimentation 39
II.6.3. Unités centrales (CPU) 40
II.6.4. Coupleur (I M) 41
II.6.5. Module communication (CP)..... 42
II.6.6. Modules de fonctions (FM) 43
II.6.7. Modules de signaux (SM) 43
II.7. PROGRAMMATION AVEC STEP7 46
II.7.1. Définition du logiciel 46
II.7.2. Langages de programmation sous STEP7 46
II.7.3. Mémentos 47
II.7.4. Mnémonique 47
II.7.5. Traitement du programme par la CPU 48
II.7.6. Types de blocs dans le programme utilisateur sous STEP7 48
II.7.7. Création d'un projet sous STEP7 50
II.8. CONCLUSION 54

CHAPITRE III : PROGRAMMATION ET SIMULATION

III.1 INTRODUCTION……..……55
III.2 SIMULATION DU PROGRAMME AVEC S7-PLCSIM 55
III.2.1 Présentation de logiciel de simulation 55
III.2.1 simulation du programme élaboré 55
III.3 VISUALISATION D'ETAT DU PROGRAMME 57
III.4 CONCLUSION 86

CONCLUSION GENERALE…….……..……..……..……..87

Liste des figures

Liste des Figures

CHAPITRE 01 :

Figure I.1: Organigramme de la filiale SC/ Sour el Ghozlane……6
Figure I.2: Le Carrière ……..……7
Figure I.3: Concassage et transport la matière premières ……...7
Figure I.4: Concassage des ajouts……8
Figure I.5: Stockage des matières concassées…….……8
Figure I.6: Hall et gratteur portique ajouts……...8
Figure I.7: Atelier broyage cru……9
Figure I.8: Broyeur cru ……10
Figure I.9: Atelier d'homogénéisation……10
Figure I.10: Le four rotatif……11
Figure I.11: Silos de stockage clinker……11
Figure I.12: Broyage ciment……..12
Figure I.13: Expédition……..12
Figure I.14: Processus de fabrication de ciment……13
Figure I.15: hall et gratteur portique VP2-120/23……14

CHAPITRE 02 :

Figure II.1 : la logique câblée et la logique programme…… 21
Figure II.2 : la déférence entre logique câblée et la logique programme ……23
Figure II.3 : L'automate programmable Siemens ……25
Figure II.4: structure interne d'un API ……..……26
Figure II.5 : la possibilité d'évolution entre deux étapes…… ……....29
Figure II.6 : Validation d'une étape …… …30
Figure II.7: Eléments du GRAFCET ……30
Figure II.8: séquence dans un GRAFCET…….……31
Figure II.9: présente saut l'étape……..……..……..……..32
FigureII.10: Divergence et convergence en OU…….……32
Figure II.11: divergence-convergence en ET……..……..……33

Figure II.12: Liaison entre grafcet ……...……..……33
Figure II.13: La Présentation d'une Macro-étape……...…….…….34
Figure II. 14: Exemple d'un programme en Ladder……...……..35
Figure II.15: la structure de l'automate SIMATIC S7-300……..…….37
Figure II.16: Gamme SIMATIC S7. ……...…….38
Figure II.17: Le profilé – support pour l'API S7 – 300. ……..……39
Figure II.18: Schéma de raccordement PS 307-5 ……..……..40
Figure II.19: Organes de commande et de visualisation des CPU ……..……41
Figure II.20: Organes de commande et de visualisation des CPU …….…….42
Figure II.21: module Entrée/sortie ……..43
Figure II.22: Utilisation de modules analogiques…….……44
Figure II.23: Organisation de création du projet …….……50
Figure II.24: Création d'un projet…….51
Figure II.25 : Configuration matérielle…….52
Figure II.26: Table des mnémoniques du projet……..…….53
Figure II.27: Architecture des blocs…….53

CHAPITRE 03 :

Figure III.1 : Ouverture du simulateur……..55
Figure III.2 : Fenêtres utilisés dans L'API S7 PLCSIM…….……..56
Figure III.3 : Chargement de programme dans l'API de simulation…….....56
Figure III.4 : Forçage des variables de programme……...……57

Liste des Tableaux

Liste des Tableaux

CHAPITRE 01 :

Tableau I.1: Caractéristiques technique des équipements de l'usine……..5
Tableau I.2: Fiche technique de l'usine……...……...5
Tableau I.3: les matières concassées (pré homogénéisation)…….……..9
Tableau I.4: Caractéristiques technique des bras de grattage ……..15
Tableau I.5: Caractéristiques technique des treuils de levage …….……15

CHAPITRE 02 :

Tableau II.1 : les avantages et les inconvénients ……...…...……..23
Tableau II.2:les principaux éléments d'un réseau LD. ……...…….36
Tableau II.3: nomenclatures……..40
Tableau II.4: La représentation des valeurs analogiques sur 15 bits…….45

Liste des abréviation

Liste des abréviations

OB : Bloc d'organisation.

FB : Bloc fonctionnel.

SFB : Bloc fonctionnel spécialisé.

FC : Fonction.

SFC : Fonction spécialisé.

DB : Bloc de donnée.

API : Automate programmable industriel.

PLC : Programmable logic controller.

SCSEG : Société des ciments de SOUR EL GHOZLANE

TOR : Toute ou rien.

CPU : Unité centrale.

CAN : Conversion analogique numérique.

RUN-P : Marche.

RUN : Marche en lecture seule.

M RES : Module Reset.

BATF : Batterie tension faible.

SF : Signalisation groupée de défauts.

DC 5V : Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5V.

FRCE : Allumage en cas de commande de forçage permanent active.

SM : Modules de signaux.

FM: Modules de fonction.

CP: Processeurs de communication.

IM: Cartes de couplage.

PS: Alimentation.

MPI : Message passing interface.

CM : Capteur de mesure.

TM : Transducteurs de mesure.

MIE : Mémoire image des entrées.

LOG : Logigrammes.

CONT : Contacteur.

Introduction général

Introduction Générale

Le secteur cimentier est amené à faire des progrès pour vaincre les défis qu'il rencontre et suivre les développements scientifiques, technologiques et environnementaux du siècle. Il est sensé faire face à l'exigence du consommateur actuel et s'opposer à la concurrence internationale. Il est également nécessaire faire parvenir à baisser le prix de revient du produit. Ceci ne peut se réaliser que par l'application d'une politique de gestion très stricte qui permet la maîtrise de la production et le respect de l'environnement.

En Algérie, ce secteur, compte quinze usines, pouvant produire annuellement plus de 14,5 millions de tonnes, et font l'objet continuellement d'importants travaux, de mise à niveau technologique, visant notamment l'optimisation de la production**. [1]**

De nos jours, L'industrie moderne, que l'on peut qualifier d'industrie de qualité et de quantité, ne cesse d'exiger un matériel de contrôle de plus en plus performant afin de réaliser les deux objectifs simultanément.

En effet, l'évolution rapide des nouvelles technologies a permis de contourner la plupart des difficultés rencontrées dans le monde industriel, et a fourni plusieurs possibilités pour satisfaire les exigences et les critères demandés. Pour cela, l'automatisation est l'une des technologies la plus recherchée dans la rénovation des équipements industriels. Ceci dans le but d'optimiser les systèmes de production, de fabrication afin de les rendre plus compétitifs et plus fiables, faciliter la collaboration Homme - Machine. Le progrès de la technologie nous a permis l'intégration massive des machines de production et de fabrication dans les entreprises industrielles.

C'est dans ce cadre que veut s'inscrire la société des ciments Sour El Ghozlane (SCSEG) qui a pour but de maintenir sa place sur le marché du ciment. La SCSEG cherche toujours à augmenter sa productivité tout en respectant les normes de qualités internationales. Celle-ci possède divers équipements automatisés fabriqués dans les années 80. Cette automatisation est réalisée selon la technologie de l'époque, en l'occurrence les relais électromécaniques. **[1]**

Actuellement ces installations sont vieillissantes et présentent plusieurs inconvénients. C'est pourquoi les responsables de la dite société ont décidé de procéder au remplacement progressif de la commande classique des équipements basés sur la logique câblée par une automatisation plus récente et plus fiable.

Objectifs de l'étude

C'est donc dans l'objectif de procéder au remplacement progressif de la commande classique des équipements et dans le cadre de notre projet de fin d'études que nous avons effectué un stage pratique

au sein de La SCSEG. Cette dernière nous a soumis la réalisation de l'automatisation d'un de ses ouvrages : le gratteur portique qui est actuellement commandé manuellement par un seul opérateur qui effectue toutes les manœuvres.

Notre tâche est donc l'automatisation de l'armoire électrique du gratteur portique en s'appuyant sur le cahier des charges.

Ce travail est intitulé **: " Remplacement de la logique câblée par la logique programmée (API S7-300) du gratteur portique ".** Il s'agit, en réalité, de reprendre le schéma électrique de l'armoire électrique du gratteur portique pour automatiser l'engin. Cette machine effectue plusieurs opérations et occupe une place stratégique dans le processus de fabrication. L'étude consiste à remplacer les contacteurs et les composants des circuits électriques par un automate programmable industriel, offrant une grande facilité.

- Le choix s'est porté naturellement sur les Automates Programmables Industriels (API) ou Programmable Logic Controller (PLC) qui devient de nos jours le cœur de toute unité industrielle moderne.
- L'API est donc l'organe principal de la boucle de commande placée dans un procédé industriel, en vue de le contrôler. Il a pour tâche principale, la récolte des informations relatives à l'état du système, à partir des différents capteurs via ses interfaces d'entrées, et les traiter pour prendre une décision ; et ainsi commander les actionneurs via ses interfaces de sorties suivant une logique de fonctionnement mise en évidence, par un programme inscrit dans la mémoire.

Cette automatisation est un outil permettant d'alléger la tâche et d'améliorer le rendement des installations et la qualité de production car elle permet :

- **Une bonne lecture des schémas électriques**, en cas de maintenance ou de défaillance sur la machine, donc une plus grande **flexibilité**.
- **Une amélioration de la productivité de l'entreprise en réduisant les coûts de production** (main d'œuvre, matière, énergie) et de la qualité de produit.
- **Une amélioration des conditions de travail** en supprimant les travaux pénibles et en améliorant la sécurité des personnes.
- **Une augmentation de la production.**
- **Une augmentation de la disponibilité** des moyens de production en améliorant la maintenabilité.

Le but de ce travail est donc de permettre une bonne supervision et un bon fonctionnement du gratteur portique à partir de la salle de commande, d'abord par l'acquisition de données supplémentaires liées aux conditions de sa bonne marche, puis par l'automatisation des tâches répétitives.

On doit ainsi concevoir une nouvelle commande basée sur un automate programmable pour la conduite du gratteur portique. **C'est donc l'élaboration d'une solution à base d'API.**

L'environnement de notre étude est donc tout d'abord détaillé, l'approche retenue est introduite, et son choix s'est clairement justifié dans la partie théorique. La partie pratique, quand à elle, illustre à travers une application industrielle, la mise en œuvre de l'approche proposée pour l'aide à la décision. La société des ciments de Sour El Ghozlane nous a servis de champ d'application.

L'organisation de ce mémoire suit la démarche adoptée lors de la réalisation de notre travail qui est comme suit :

Le **premier chapitre** consiste à faire l'état de toutes les avancées scientifiques et techniques concernant le ciment, sa composition et sa fabrication, au produit finie (Le ciment).

Il présente une description du gratteur portique de la cimenterie de Sour El Ghozlane.

Le **deuxième chapitre** est une petite introduction sur la logique câblée et la logique programmée puis une description générale des Automates programmables industrielles, en détaillant l'automate SIMATIC S7-300: son architecture, ses composants, les règles de montage et le traitement du programme dans l'automate. Par la suite on présente le logiciel STEP 7 qui décrit les différentes applications mises à la disposition des utilisateurs et qui illustre les différentes étapes pour la création et l'édition d'un projet.

Le **troisième chapitre** sera consacré à la description de l'implantation du programme d'automatisation et sa simulation grâce à la simulation de modules S7-PLCSI. Ensuit les résultats de la modélisation pour gratteur portique VIP2 120 de cimenterie avec nouvelle version de commande affichées.

Le mémoire se termine par une conclusion générale qui récapitule tout le travail effectué et les résultats obtenus.



Présentation de l'entreprise et description du gratteur

I.1. INTRODUCTION

Le ciment est une matière manufacturière très importante dans un pays où la population ne cesse d'augmenter. La consommation de ciment en Algérie a augmenté de 6,1 % en moyenne entre 1997 et 2003, suite à un important développement du secteur de la construction du pays. Au cours des dernières années, de nouvelles usines ont été construites. Actuellement, l'Algérie possède quinze usines présentant une capacité de production totale de ciment de 14,5 Millions tonne. la société des ciments de Sour El Ghozlane en fait partie.

Dans ce chapitre on va présenter la cimenterie, et comprendre les processus de principe de fonctionnement de gratteur portique VIP2-120/23.

I.2. DESCRIPTION DE L'ENTREPRISE [1]

I.2.1. Présentation de l'entreprise

Depuis 1998, la société des ciments de Sour El Ghozlane issue du Groupe ERCC s'est transformée en Filiale autonome. Chargée de la recherche, du développement, de la production et de la commercialisation du ciment. L'usine de Sour El Ghozlane est une cimenterie à voie sèche.

Située à 120 Km au sud-est d'Alger, et à 25Km de Bouira, chef lieu de Wilaya, la société occupe une position géographique stratégique. En effet, implantée aux limites du Tell et des Hauts Plateaux, cette position lui permet de jouer un rôle économique important dans la région du centre du pays. Elle assure ainsi la satisfaction des besoins en ciment de plusieurs Wilayas.

L'autre atout majeur de la société, c'est un encadrement et un personnel dynamiques, compétents et expérimentés qui veillent continuellement à l'amélioration de la qualité du produit et à l'écoute du des besoins de la clientèle. Ce souci de pérenniser cette démarche a incité les hauts responsables à créer « une cellule qualité » qui œuvre pour la définition d'une politique de « qualité totale » conforme aux normes ISO 9000 et dont la mise en œuvre se confirme par l'obtention de la certification ISO 9002 du système de management de la qualité en 2004.

I.2.2. Identification de l'usine

La société des ciments de S.E.G Sour el Ghozlane est de type par action, elle est une filiale du groupe des ciments et dérivés SCSEG.

- Constructeur : F.L Smidth du Danemark.
- Qualité du ciment : CPj A42.5MPa.
- Production annuelle : 1000000 tonnes.
- Superficie : 41 Hectares
- Superficie occupée : 11 Hectares
- L'investissement est de = 1.354 Milliards de Dinars

- L'effectif employé se répartie comme suit :
- Cadres supérieurs = 110
- Maîtrise = 298
- Exécution = 189
- Total = 590
- Occasionnels = 80

I.2.3. Caractéristiques Techniques

Tableau I.1: Caractéristiques technique des équipements de l'usine

Désignation	Capacité
Concasseur calcaire argile	1000 T/H
Concasseur ajouts	2 × 100 T/H
Broyeurs cru	2 × 140 T/H
Four rotatif	3000 T/jour
Broyeurs clinker	2 × 100 T/H
Ensacheuses rotatives	5 × 100 T/H

Tableau I.2: Fiche technique de l'usine

FICHE TECHNIQUE	
Dénomination	Société des ciments de Sour El Ghozlane Groupe GICA
Localisation	Sour El Ghozlane (Bouira)
Capacité de production	3000 tonnes de clinker/jour 1000000 tonnes de ciment/an
Type de ciment	CPJ CEM II A-32,5
Constructeur	F.L.SMIDTH & CIE France
Sous- traitants	Génie civil COLAS France Montage mécanique MONTALEV France Montage électrique FERRER-AURAN
Ingénieur conseil	C.B.R Belgique

I.2.4. Organigramme de la filiale SC/ SOUR EL GHOZLANE

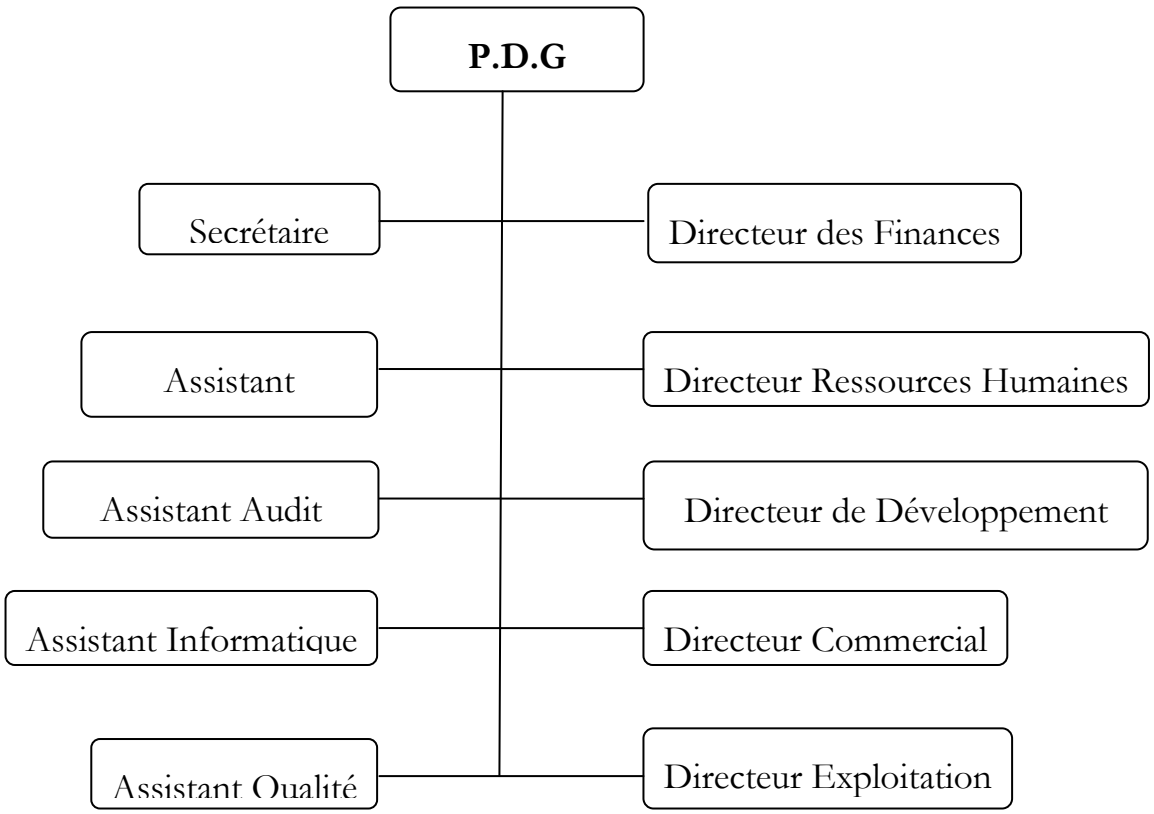


Figure I.1: Organigramme de la filiale SC/ Sour el Ghozlane

I.3. PROCESSUS DE FABRICATION DU CIMENT

I.3.1. Introduction

Les ciments usuels sont fabriqués à partir d'un mélange de calcaire ($CaCO_3$) environ de 80% et d'argile (SiO_2 –Al_2O_3) environ de 20%. Selon l'origine des matières premières, ce mélange peut être corrigé par apport de bauxite, oxyde de fer ou autres matériaux fournissant le complément d'alumine et de silice requis.

La majorité des cimenteries modernes utilise le procédé dit "en voie sèche ", qui est le plus économique en consommation d'énergie (environ 0,9 KWh, par kg de clinker).

✓ La fabrication du ciment implique :

La mise en œuvre de quatre matières premières ; il s'agit du calcaire, de l'argile, du sable et du minerai de fer.

Ensuit, il faut disposer les matières premières nécessaires contenues dans des gisements de carrières bien étudiés et les réserves exploitables évaluées avec précision. La société des ciments de SEG dispose d'une carrière de calcaire et d'une carrière d'argile.

I.3.2. Les étapes de fabrication du ciment

I.3.2.1. Carrière

Le calcaire est extrait par abattage à l'explosif et chargé dans des dumpers au moyen des chargeurs.

L'argile est extraite par ripage aidé de tirs d'ébranlement éventuels et chargé dans des dumpers au moyen des chargeurs.



Figure I.2: Le Carrière

I.3.2.2. Concassage matières premières



Figure I.3: Concassage et transport la matière premières

Un atelier de concassage commun est utilisé pour la réduction du calcaire et de l'argile. Les matières sont amenées par dumpers (de 30t à 50t) à l'atelier de concassage ou les blocs de matière qui peuvent atteindre 1m3 sont réduits à l'aide d'un concasseur à marteaux jusqu'à 25-30mm.

I.3.2.3. Concassage ajouts

Deux ateliers de concassage des ajouts (gypse, tuf, minerai de fer) sont utilisés pour la réduction des blocs des matières en morceaux inférieurs à 25mm.

Les matières sont amenées des concasseurs par des transporteurs à bandes pour être stockés dans un hall de stockage.



Figure I.4: Concassage des ajouts

I.3.2.4. Hall de stockage des matières concassées (pré homogénéisation)



Figure I.5: Stockage des matières concassées



Figure I.6: Hall et gratteur portique ajouts.

Tableau I.3: les matières concassées (pré homogénéisation)

Calcaire	Argile	Sable	Minerai de fer
• Capacité de stockage : utile : **2 x 35 000 tonnes** • Dimensions du stockage : **2 x (136.5m x 34m) + 3m** • Granulométrie matière inf à 25mm (avec cependant 5% sup. à 25mm) • Humidité maximale : **6% H2O**	• Capacité de stockage : utile : **2 x 3 000 tonnes** • Dimensions du stockage : **2 x (39m x 21m) + 3m** • Granulométrie matière inf à 25mm (avec cependant 5% sup. à 25mm) • Humidité maximale : **10 % H2O**	• Capacité de stockage : utile : 2 000 tonnes • dimensions du stockage : diamètre 23m	• Capacité de stockage : utile : 2 000 tonnes • Dimensions du stockage : diamètre 23m

I.3.2.5. Broyage du cru



Figure I.7: Atelier broyage cru



Figure I.8: Broyeur cru

En fonction des analyses chimiques complètes, et le calcul du mélange ; le laboratoire fixe les proportions de chaque matière .Généralement on utilise approximativement : Calcaire : 80% / Argile : 17% / Sable : 2% / Minerai de fer : 1%, Ce mélange est ensuite envoyé dans un broyeur ou il sera finement broyé et séché

L'atelier de broyage du cru a une capacité nominale en sec de 2 x 140 t/h (matières contenant au max. 6% d'eau). Les broyeurs sont équipés d'une chambre de séchage. La puissance installée est de 2 x 3000 kW.

I.3.2.6. Silos d'homogénéisation

La farine crue est stockée et homogénéisée dans deux silos de stockage et d'homogénéisation

Capacité de stockage : utile : 2 x 8000 tonnes



Figure I.9: Atelier d'homogénéisation

I.3.2.7. Cuisson



Figure I.10: Le four rotatif

La matière ainsi homogénéisée est envoyée dans un four rotatif ou elle subira plusieurs transformations au fur et à mesure qu'elle avance dans le four et rencontre des zones de plus en plus chaudes, jusqu'à l'obtention d'une matière appelée clinker, L'atelier cuisson à une capacité nominale de 3000 tonnes par jour.

I.3.2.8. Silos de stockage clinker



Figure I.11: Silos de stockage clinker

Le stock de clinker consiste en trois silos d'une capacité utile de 15000 tonnes chacun.

I.3.2.9. Broyage ciment



Figure I.12: Broyage ciment

Le clinker et le gypse dosés selon les directives du laboratoire sont finement broyés. La matière ainsi obtenue constitue le ciment est stockée dans des silos.

Pour augmenter la production on introduit lors du broyage du clinker et du gypse des ajouts (calcaire pur, tuf) on obtient ainsi un ciment qu'on appelle ciment composé.

L'atelier de broyage ciment a une capacité nominale de 2 x 100 t/h de ciment broyé .

I.3.2.10. Silos de stockage ciment

Le ciment est stocké dans quatre silos d'une capacité unitaire de 8000 tonnes.

I.3.2.11. Expédition

Le ciment est extrait des silos de stockage est vendu soit dans des sacs en papier de 50 kg ; soit en vrac.

- ✓ Chargement vrac camions : 2 x 200 tonnes par heure
- ✓ Chargement sacs : 3/5 ensacheuses 3 x 100 tonnes par heure



Figure I.13: Expédition

I.3.3. Processus de fabrication de ciment

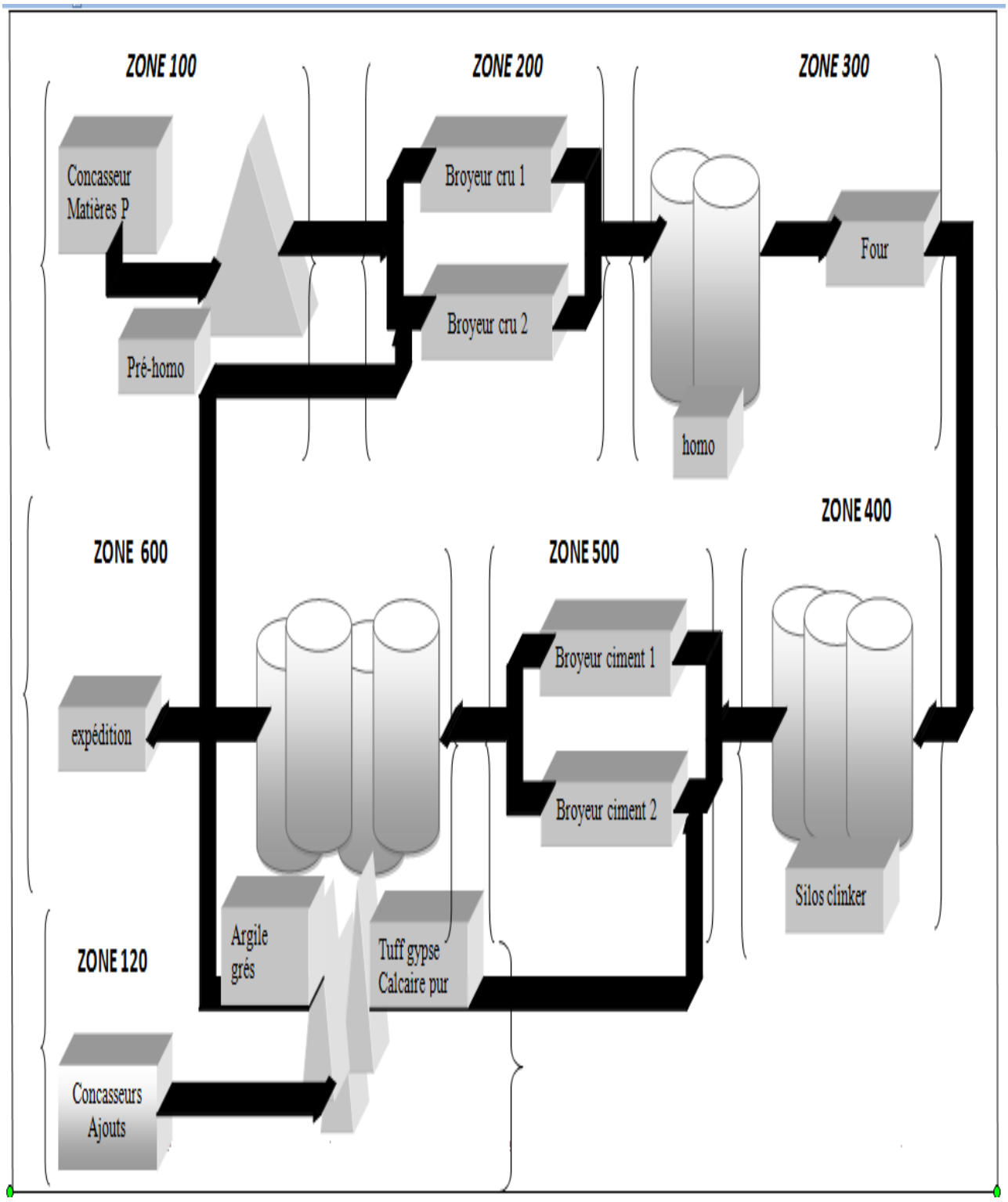


Figure I.14: Processus de fabrication de ciment **[1]**

I.4. DESCRIPTION DU GRATTEUR PORTIQUE VP2-120/23 [2]

I.4.1. Introduction

La présentation générale du gratteur portique actuel permet de définir de manière réaliste les objectifs et les perspectives d'amélioration à atteindre en connaissant ses limites.



Figure I.15: hall et gratteur portique VP2-120/23.

I.4.2. Principe de fonctionnement :

La fonction de gratteur portique consiste à reprendre des produits stockés en un ou plusieurs tas. Pendant le déplacement de l'appareil le long du tas, des palettes, munies de dents et Boulonnées sur 2 chaînes se déplaçant sur le bras relevable, amènent le produit sur un convoyeur à bande, parallèle au tas.

I.4.3. Caractéristiques générales :

I.4.3.1. Données de base :

A - débit de reprise ……..……..…...120 t/h

B - longueur de l'aire de stockage ……129 m

C - nature de produit manutentionné : ……..…….. { Argilité / grés / minerai de fer

- Densité :…….…..1,4
- Granulométrie :……...……..0-80mm
- Humidité :…….……47 à 90%
- Angle de talus : …….……80°

D - caractéristiques de site :

- Température ambiante :……...……-10°à+45°
- Altitude :…….. 900m

I.4.3.2. Caractéristiques techniques de gratteur

Tableau I.4: Caractéristiques technique des bras de grattage

Caractéristiques technique	**Bras de grattage primaire**	**Bras de grattage secondaire**
Entraxe Tourteaux	**12 000 m**	***6 750 m***
Pas de chaîne	***250 mm***	***250 mm***
Charge de rupture de la chaîne	***35 T***	***35 T***
Largeur de la palette	***600 mm***	***600 mm***
Hauteur de la palette	***200 mm***	***200 mm***
Pas des palettes	***500 mm***	***500 mm***
Vitesse de chaine	***0.7 m/s***	***0.7 m/s***
Puissance installée	***22 kW***	***15 kW***

Tableau I.5: Caractéristiques technique des treuils de levage

Caractéristiques technique de Treuil de levage	**bras primaire**	**bras secondaire**
Type	**AS 416- 16 1/1 L3**	**AS 416- 16 1/1 L1**
Force de levage	**1600 kg**	**1600 kg**
Longueur de levage de treuil	**40 m**	**14 m**
Vitesse de levage de treuil	*Petite vitesse* ***2.6 m/mm***	*Petite vitesse* ***2.6 m/mm***
	Grande vitesse ***16m/mm***	*Grande vitesse* ***16m/mm***
Puissance de treuil	*Petite vitesse* ***0.83 kW***	*Petite vitesse* ***0.83kW***
	Grande vitesse ***5 kW***	*Grande vitesse* ***5 kW***
Diamètre de câble	**Φ 12 mm**	**Φ 12 mm**

***A* - translation**

- Entraxe rails ……..…. 23 m
- Entraxe galets de translation :……..6 m
  - ✓ Chariot côté «A»…….4m

- ✓ Chariot côté «B»……..4m

- Nombre de galettes total ……..…….. 4
- Nombre de galette moteur……..2
- Diamètre des galets ……..….. Φ 630 mm
- Vitesse de translation
  - ✓ Vitesse de travail ……1.92 m/mm
  - ✓ Grande vitesse……..…16.6 m/mm
- Frein
  - ✓ Couple Maxi……..…….2X (10.7mdaN)
- Puissance installées
  - ✓ Pour vitesse travail……..2X0.61 kW
  - ✓ Pour grande vitesse……2X4 kW

B- Total des puissances installées …….. *53 kW*

I.4.4. Description du gratteur portique (plan N°2005221) (Annexe A)

Le gratteur portique se compose principalement des éléments suivants :

1. Charpente de portique
2. Bras de grattage primaire
3. Bras de grattage secondaire
4. Translation côté «A»
5. Translation côté «B»
6. Chaînes de grattage des bras primaire et secondaire avec palettes
7. Commande translation
8. Groupe commande chaîne de bras primaire
9. Groupe commande chaîne de bras secondaire
10. Système de levage des bras
11. Goulotte de jetée
12. Supportages et appareils de contrôle électriques
13. ensemble de graissage de gratteur

I.4.4.1. Charpente de portique (plan N° 2103674) (Annexe B)

- le portique comporte 2 poutres principales.
- les arbres de commande chaîne primaire et secondaires sont logés à la partie inférieure des poutres
- un escalier le long des poutres du portique permet l'accès au support de poulies.
- un ensemble de plate-forme et d'échelle sur les chariots côté à et b facilitant l'accès aux treuils de levage des bras et a la cabine.

I.4.4.2. Bras de grattage primaire (plan N° 2203294) (Annexe C)

il est constitué de 3 éléments :

- **la partie médiane :** c'est une structure en treillis équipés de plats d'usure résistant à l'abrasion. ceux-ci sont facilement interchangeable .
- **les pieds d'articulation**
- **la tête de tension :** le dispositif de tension et de type fixe il comprend 2 paliers glissants reliés à la tête de bras par 2 vis de tension. les tourteaux de renvoi , montés sur roulement, Tournent librement sur l'arbre de tension.

I.4.4.3. Bras de grattage secondaire (plan N° 2203295) (Annexe D)

La conception de l'ensemble est identique à celle de bras de grattage primaire.

I.4.4.4. Chariot de translation côté « A » (plan N°2203335) (Annexe E)

Il est constitué de tôles et profilés soudés en caisson. le chariot est lié au portique par l'intermédiaire de boulons hr .

Les éléments mécaniques de chariot sont:

- **côté moteur :**

Un galet menant avec couronne dentée monté sur arbre avec roulement à rotule à 2 rangées de rouleaux

- **côté mené :**

- Un galet fou monté sur arbre avec roulements à rotule à 2 rangées de rouleaux.

Le chariot translation est équipé de quatre (04) galets de réaction horizontaux, montés sur roulements, placés de part et d'autre de la tête de rail à chaque extrémité du chariot.

Il est également muni de:

- 2 dispositifs de nettoyage de train, un à chaque extrémité.
- 2 butoirs, un à chaque extrémité .

I.4.4.5. Chariot de translation côté b (plan N°2103670) (Annexe F)

Le chariot est lié au portique par l'intermédiaire d'une rotule .l'ossature se compose de 2 parties soudées au chantier.

Il comporte les équipements suivante:

- 2 dispositif de nettoyage de rail , un à chaque extrémité
- 2 butoirs, un à chaque extrémité
- 1 système de contrôle de déhanchement du gratteur
  - Ce système permet de vérifier en permanence l'avance ou le retard d'un chariot par rapport à l'autre.
  - Si le déhanchement devient important, on réduit la vitesse de chariot qui est en avance.
  - Si l'un des chariots est débloqué provoquant un détachement excessif, une fin de course est prévu pour arrêter de gratteur

Les composants mécaniques de Chariot « B » sont identiques à ceux du chariot « A » excepté les galets de réaction horizontaux

I.4.4.6. Chaîne de grattage des bras primaire et secondaire :

La chaîne de grattage est constituée alternativement de maillons simples et de Maillons doubles au pas de 250 mm reliés entre eux par des axes maintenus en rotation.

L'élément extérieur, de Millon double, en forme de L, sert à la fixation des palettes qui sont maintenues par des boulons hr.

Les palettes de forme droite sont munies de dents, Soudées, en acier résistant à l'abrasion.

I.4.4.7. Commande de translation

La commande de translation est constituée par:

- Un pignon arbré engouement sur la couronne monté sur paliers avec roulement à bille et à rouleaux.
- Un groupe de commande de translation comprenant:
  - Un rédacteur à arbre creux monté sur pignon arbré clavette
  - Une commande de précision permettant les 2 vitesses de translation

Le groupe de commande est monté sur châssis flottant avec support antivibratoire.

I.4.4.8. Commande de la chaîne de grattage de bras primaire (plan N° 2409511) et de bras secondaire (plan N° 2409510) (Annexes G et H).

L'arbre de commande monté sur palier munis de roulements à rotule, est équipé de 2 tourteaux octogonaux dont les 4 dents entraînant et guident la chaîne de grattage.

Sur la partie débouchante de l'arbre de est monté un radiateur à arbre creux.

Le groupe de commande se compose de :

- Un moteur électrique à cage
- Un coupleur hydraulique
- Un rédacteur à arbre creux

L'ensemble de groupe de commande est monté sur un châssis flottant avec supports antivibratoires

I.4.4.9. système de levage de bras (plan N° 2103502) (Annexe I)

Il comporte pour le bras primaire :

- Un mouflage à 4 brins
- un treuil à 2 vitesses à 1 sortie de câble, fixé à la partie inférieure du portique
- Un support avec 2 poulets muni d'un dispositif de contrôle de mou de câble en haut du portique
- Un palonnier avec 2 poulies sur le bras

Et pour le bras secondaire :

- Un mouflage à 3 brins
- un treuil 2 vitesses à 1 sortie de câble , fixé à la partie inférieure du portique
- Un support avec 2 poulies muni d'un dispositif de contrôle de mou de câble en haut du portique
- Un palonnier avec 1 poulie et l'accrochage de point fixe

I.4.4.10. Goulotte de jetée (plan N° 2103681) (Annexe J)

Un Goulotte de jetée en tôle d'épaisseur 6 mm avec tôle d'usure ép .8 mm munie de rives de guidage, guide le produit amené sur les palettes sur le transporteur à bande de largeur 30 soit 762 mm et un écran Réglable dirige de jet.

I.4.4.11. Supportage et appareil de contrôle électrique (plan N° 2103057) (Annexe K)

La cabine de commande situé sur le chariot à permis le fonctionnement manuel de l'appareil elle est munie de larges baies vitrées .elle permet une bonne visibilité de l'aire de reprise La cabine de commande situé sur le chariot à permis le fonctionnement manuel de l'appareil elle est munie de larges baies vitrées .elle permet une bonne visibilité de l'aire de reprise .

La cabine comporte les accessoires suivants

- Climatisation
- Éclairage
- Avertisseur sonore
- Projecteur

Chaque treuil est muni d'un sélecteur à vis qui découpe la descente des bras en zones, permettant la régulation de débit total, ainsi que le contrôle de la position relative de bras secondaire par rapport au bras primaire.

Des fins de course de translation limitant les différents tas.

I.4.4.12. Ensemble de graissage de gratteur :

Le graissage Est manuel. Pour faciliter les opérations de graissage des roulements des arbres de commande chaîne et des paliers d'articulations des bras, les points de graissage Son regroupés sur un support muni d'inscription.

Liste des points de graissage sur l'appareil :

- Côté adorateur
  - Arbre de commande chaine primaire
  - Palier d'articulation de bras primaire
  - Tension du bras primaire
  - Galette de translation
  - Galette de réaction horizontale
  - Roulement de pignon arbre
- Côté B de gratteur
  - Arbre de commande
  - Chaîne secondaire
  - Palier d'articulation de bras secondaire
  - Tension du bras secondaire
  - Galets de translation
  - Roulement du pignon arbré

Les roulements des poulies de renvois ainsi que les paliers des arbres de palonnier sont étanches et graissés à vie.

I.5. CONCLUSION

La complexité des systèmes et les techniques utilisées dans l'unité nous ont incités à chercher une solution d'automatisation pour une meilleure commande de ce système. Pour chaque automatisation via automate programmable, il faut avoir un autre système et l'utiliser d'une manière efficace en assurant ainsi une commande optimale de la production, avec une bonne compréhension du fonctionnement du système, ce qui permettra d'identifier et d'attribuer les entrées / sorties adéquates pour la conduite du procédé.



Les Automates Programmable Industriels

II.1. INTRODUCTION

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

La technologie ancienne basé sur la logique câblée qui utilise des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques pour la réalisation des parties commande, mais malheureusement il présente des inconvénients telle que : l'encombrement des composantes, le cout élevé, manque de flexibilité… etc.

La logique programmée qui utilise de systèmes à base de microprocesseurs permettant la modification aisée des automatismes et d'amélioré le fonctionnement des systèmes base sur la logique câblée.

II.1.1. Remplacement la logique câblée par la logique programme [3]

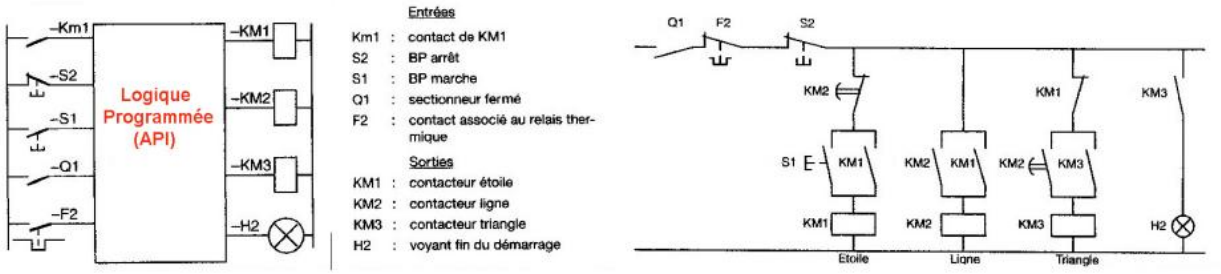


Figure II.1 : exemple de remplacement de la logique câblée par la logique programme

II.1.2. La logique câblée [3]

Dans la logique câblée, la loi de contrôle évoquée sur la Figure II.1 est réalisée en interconnectant judicieusement des opérateurs matériels réalisant des fonctions logiques de base.

Suivant la technologie adoptée, il peut s'agir d'opérateurs fluidiques (interconnectés par tuyauteries), de relais électromagnétiques ou de relais statiques (interconnectés par fil).

Comme on sait, le nombre de types d'opérateurs nécessaires pour réaliser l'ensemble des fonctions logiques possibles peut être très réduit. Par exemple : les familles d'opérateurs suivantes : [AND, OR, NOT], [porte NAND], [porte NOR], [relais normalement ouvert, relais normalement fermé] permettent, chacune, de réaliser n'importe quelle fonction logique.

Bien entendu, la disposition d'opérateurs supplémentaires (bistables, compteurs, etc.), si elle n'est pas théoriquement nécessaire, est de nature à simplifier considérablement la réalisation d'une fonction logique donnée.

On peut aisément comprendre les problèmes posés par la logique câblée :

– le volume de matériel est directement proportionnel à la complexité de la fonction réalisée.

– la fonction en question est physiquement inscrite dans le câblage et donc particulièrement difficile à modifier, que ce soit en phase de mise au point ou lors d'extensions ultérieures du processus.

Par contre, la logique câblée présente un certain nombre d'avantages par rapport à la logique programmée définie ci-après.

En particulier, la vitesse de traitement ne dépend pas de la complexité du problème puisque tous les éléments logiques travaillent en parallèle. Pour les relais statiques, cette vitesse peut d'ailleurs être très élevée.

D'autre part, les relais électromagnétiques permettent d'attaquer les étages de puissances (contacteurs par exemple) sans changer de technologie.

II.1.3. La logique programmée [3]

L'idée de la logique programmée est de n'utiliser qu'un seul jeu d'opérateurs de base (qui portera le nom d'unité logique). Pour réaliser une fonction logique donnée, telle celle présentée à la Figure II.1, on emploiera ce jeu unique pour calculer successivement les différents termes de la fonction et les combiner de manière à arriver ainsi, de proche en proche, au résultat cherché.

On travaille donc en quelque sorte ici par "balayage". Il est clair que si ce balayage est répété à une cadence suffisamment rapide par rapport à la dynamique des signaux et c'est évidemment une condition sine qua non, on aura l'impression d'un fonctionnement parallèle semblable à celui de la logique câblée.

En pratique, on essaye généralement d'avoir des cadences de répétition du même ordre de grandeur que les temps de basculement des relais (de quelques ms à quelques dizaines de ms).

La manière dont le balayage en question doit être effectué est décrite par une suite d'instructions stockées dans une mémoire et constituant ce que l'on appelle un programme.

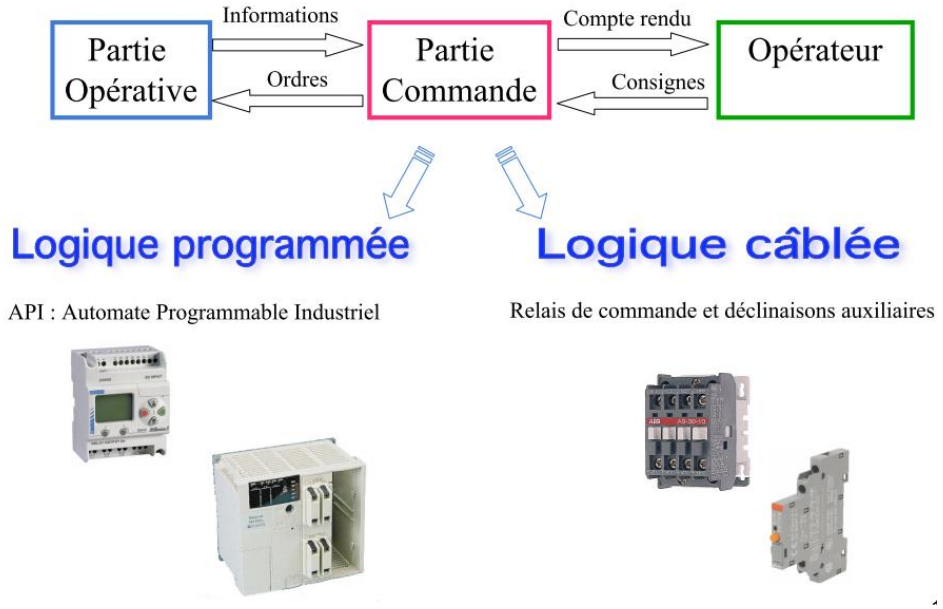


Figure II.2 : la déférence entre logique câblée et la logique programme

Tableau II.1 : les avantages et les inconvénients

	Logique programmée	Logique câblée
les avantages	✓ Souplesse et adaptabilité de l'installation (Remplacement des fonctions combinatoires et séquentielles par un programme) ✓ Solution plus compacte	✓ automatisme simple et rapide à mettre en ouvre ✓ obligatoire de traitement d'arrêt d'urgence et de sécurité
les inconvénients	✓ Plus cher. ✓ Comptabilité entre familles d'automates. ✓ Pérennité d'une installation	✓ solution régie et rapidement volumineuse

II.2. LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS

II.2.1. Historique [4]

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante aux Etats Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus

d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ce n'est qu'en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les années soixante-dix connaissent une explosion des besoins industriels dans le domaine de l'automatique, de la flexibilité et l'évolutivité des Systèmes Automatisés de Production (SAP). *Siemens AG* est un groupe allemand. Fondé en 1847 par *Werner Von Siemens*, il réalise des équipements électroniques et électrotechniques. Son siège est à Munich, et c'est l'une des plus grosses entreprises européennes.

Dans le cadre de son expansion, *Siemens* crée le 28 janvier 1972, le consortium *Unidata*. Ce projet européen permet, dans les années 1970, l'émergence d'une grande industrie informatique européenne. Les compétences de trois participants ont été mises en commun. La maîtrise d'œuvre, l'architecture des machines et le logiciel ont été attribués à la Compagnie Internationale pour l'Informatique (CII), la technologie électronique revenait à *Philips* tandis que *Siemens* se chargeait des périphériques mécaniques.

En 1975 : la France abandonne unilatéralement l'accord *Unidata*, *CII* fusionne avec *Honeywell-Bull*, *Philips* délaisse l'informatique et *Siemens* rejoint *Fujitsu* pour devenir, aujourd'hui, un des plus grands constructeurs mondiaux [4].

II.2.2. Définition générale [4]

L'automate programmable industriel A.P.I ou *Programmable Logic Controller* PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française EN-61131-1, adapté à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de préactionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services et dans l'agriculture.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite. Et il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs ;
- En faire le traitement ;
- Elaborer la commande des actionneurs ;
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

II.2.3. Architecture des automates programmables industriels [5]

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaire pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.

- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues + /- 5V, +/-12V ou +/- -15V.
- Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout ou Rien' ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative (procédé à conduire
- Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties [5]
- Un ou plusieurs modules de communication comprenant :
  - Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485 ;
  - Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ;
  - Interface d'accès à un réseau *Ethernet*.

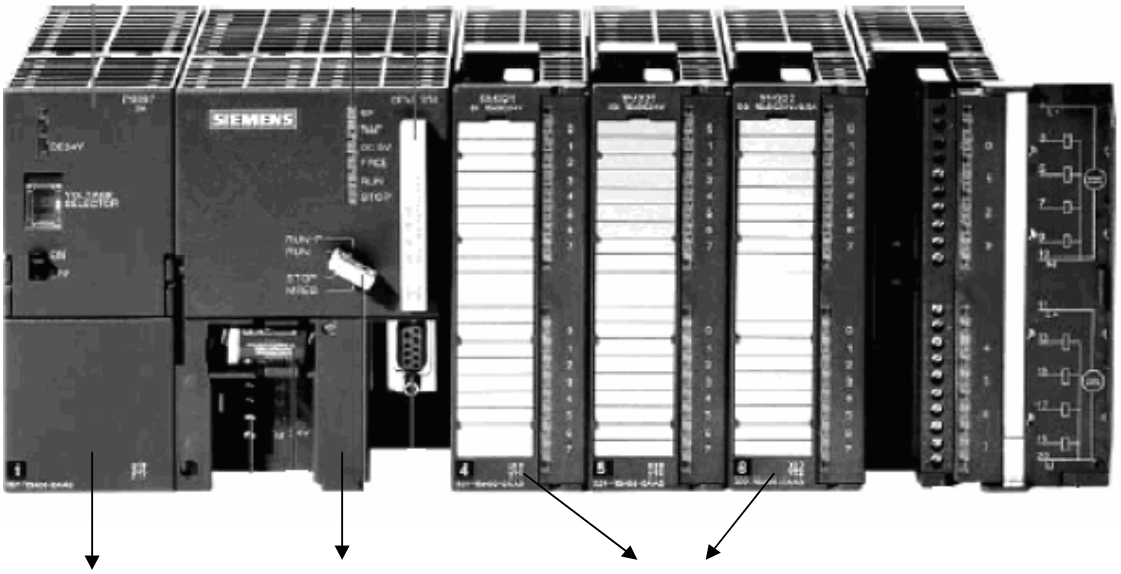


Figure II.3 : L'automate programmable Siemens [6]

II.2.4. Structure interne des automates programmables [7]

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la figure ci dessous. Détaillant successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

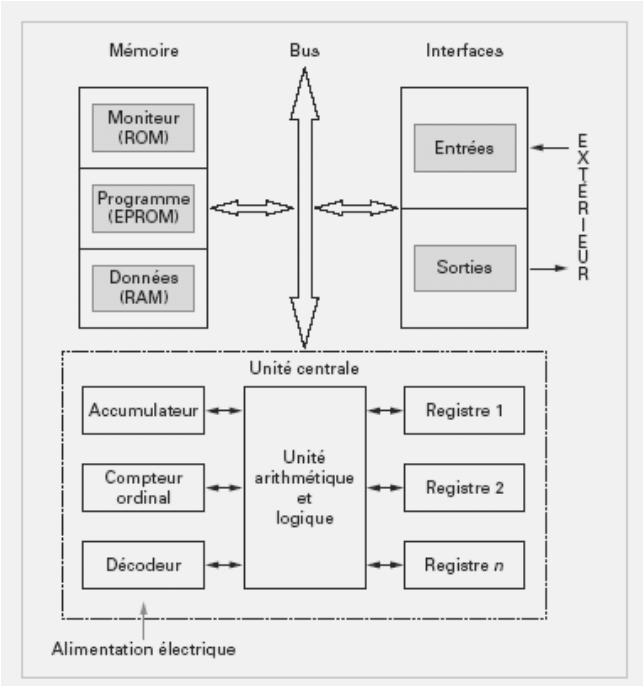


Figure II.4: structure interne d'un API [7]

II.2.4.1. Le processeur

Il Constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale ; En fait, un processeur devant être automatisé, se subdivise en une multitude de domaine et processeur partiels plus petits, liés les uns aux autres.[7]

II.2.4.2. Les modules d'entrées/sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- Modules TOR : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 …) C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir …etc.
- Modules analogiques : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débit, niveau, pression, température…etc.).[7]

- Modules spécialisés : l'information traitée 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.

II.2.4.3. Les mémoires

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent :

- De stocker le système d'exploitation dans des *ROM* ou *PROM*,
- Le programme dans des *EEPROM*,
- Les données système lors du fonctionnement dans des *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*.[7]

II.2.4.4. L'alimentation

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V …etc.).

II.2.4.5. Liaisons de communication

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

Les liaisons s'effectuent :

- avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique.
- avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin de d'échanger des données, des états et des adresses.[7]

II.2.4.6. Domaines d'emploi 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. [8]

II.3. GRAFCET

II.3.1. Description du GRAFCET [9]

II.3.1.1. Définition générale

Le Grafcet (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition) est créé en 1977 par un groupe de travail l'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique). C'est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel en tout ou rien. C'est un langage universel qui peut se câbler par séquenceur et être programmé sur automate ou sur ordinateur.

Lorsque le mot GRAFCET en lettre capitale est utilisé, il fait référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot grafcet est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles du GRAFCET présenté sous forme d'organigramme. Son but est la description du fonctionnement de l'automatisme contrôlant le procédé. C'est tout d'abord un outil graphique puissant directement exploitable. Il est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché. Il comprend :

- des étapes associées à des actions,
- des transitions associées à des réceptivités,
- des liaisons orientées reliant étapes et transitions. [9]

II.3.1.2. Les étapes [9]

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système. Elle possède deux états possibles: active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive sans jeton. L'étape i, repérée numériquement, possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape Xi. Cette variable est une variable booléenne valant 1 si l'étape est active, 0 sinon.

Etape initiale : 

Elle représente le système à l'état de repos initial. Elle est activée au début du cycle.

- Etape : 

A chaque étape est associée une action ou plusieurs, c'est à dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres Grafcets.

II.3.1.3. Les transitions:

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du

système. A chaque transition est associée une réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

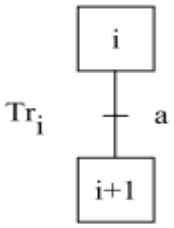


Figure II.5 : la possibilité d'évolution entre deux étapes

Cette condition est écrite sous forme d'une proposition logique, une fonction combinatoire calculée à partir :

- des variables d'entrées traduisant l'état des capteurs, des boutons poussoirs, etc,
- du temps,
- de l'état courant des étapes du grafcet (les Xi).

Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie.

Règle : si l'étape i est inactive, Xi = 0, la transition Tr_i est sans effet. Cependant, attention, valider sans raison une transition peut avoir des conséquences graves, perturbant le cycle dans certains cas

Si l'étape i est active, Xi = 1, la transition *a* est validée, alors :
Si *a* = 0, alors attente
Si *a* = 1, alors l'étape i est validée Xi = 0 et l'étape suivante i+1 est activée, Xi+1 = 1.

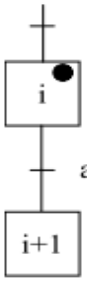


Figure II.6 : validation d'une étape

II.3.1.4. Les liaisons orientées

Une liaison orientée est le lien qui lie une étape à une transition ou l'inverse. Par convention, étapes et transitions sont placées suivant un axe vertical. Les liaisons orientées sont de simples traits verticaux lorsque la liaison est orientée de haut en bas, et sont munis d'une flèche vers le haut lorsque la liaison est orientée vers le haut.[8]

II.3.1.5. Les actions [9]

L'action associée à l'étape peut être de 3 types : continue, conditionnelle ou mémorisée. **Action continue** *:* La ou les sorties correspondant à l'ordre *a* sont mises à 1 tant que l'étape associée est active. Lorsque l'étape devient inactive, la ou les sorties sont mises à 0.

Action conditionnelle *:* Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Elles peuvent être décomposées en 3 cas particuliers:

- Action conditionnelle simple : Type C (Condition)
- Action retarder : Type D (delay)
- Action limitée dans le temps : Type L (limité)

Action mémorisée *:* On peut ainsi donner l'équation d'un ordre *a* en fonction des états des étapes, des conditions éventuelles et du temps.

II.3.1.6. Les réceptivités

Une réceptivité est associée à chaque transition. C'est une fonction booléenne calculée à partir des entrées du graphe, des états des étapes ou des temporisations. Une réceptivité est donc écrite en utilisant les opérateurs ET, OU, NON et front. Le front montant ou descendant d'une variable permet de situer dans le temps le changement de valeur de ce capteur. On les note respectivement E et Ē. Les fronts ne sont à 1 que durant un délai, qui correspond au temps de prise en compte de l'évènement, c'est à dire le temps de franchissement d'une transition.[9]

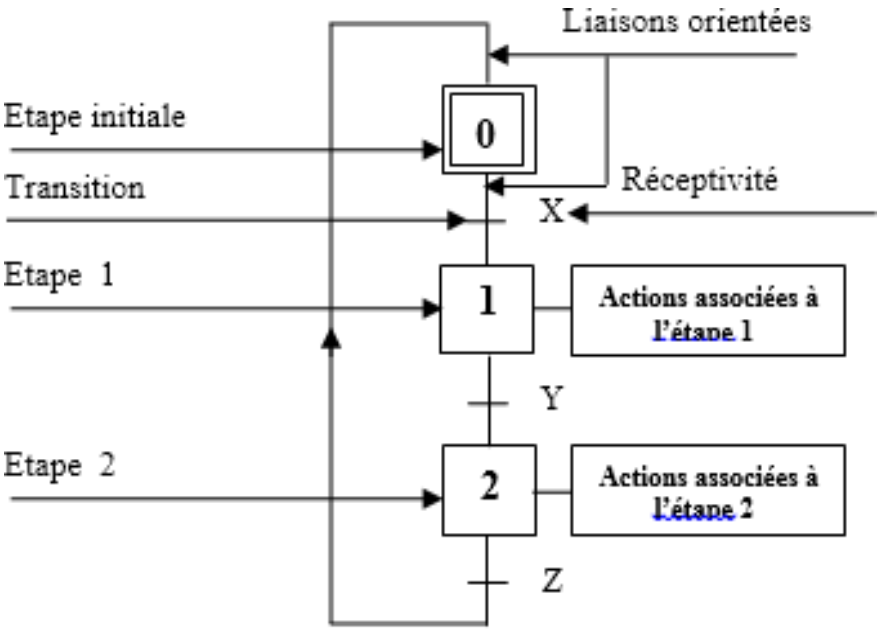


Figure II.7: Eléments du GRAFCET

II.3.2. Les règles d'évolution du GRAFCET [9]

II.3.2.1. Règle N°1 – Condition initiale

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives.

II.3.2.2. Règle N°2 – Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, si et seulement si la réceptivité associée est vraie.

II.3.2.3. Règle N°3 –Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraine obligatoirement dans cet ordre la désactivation de toutes ces étapes amont et l'activation de ses étapes aval.

II.3.2.4. Règle N°4 – Franchissement simultané

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchises.

II.3.2.5. Règle N°5 – Conflit d'activation

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes au procédé) non désirées.

II.3.3. Les structures de base [14]

II.3.3.1. Notion de Séquence :

Une séquence, dans un Grafcet, est une suite d'étapes à exécuter l'une après l'autre. Autrement dit chaque étape ne possède qu'une seule transition AVAL et une seule transition AMONT (figure II.8).[10]

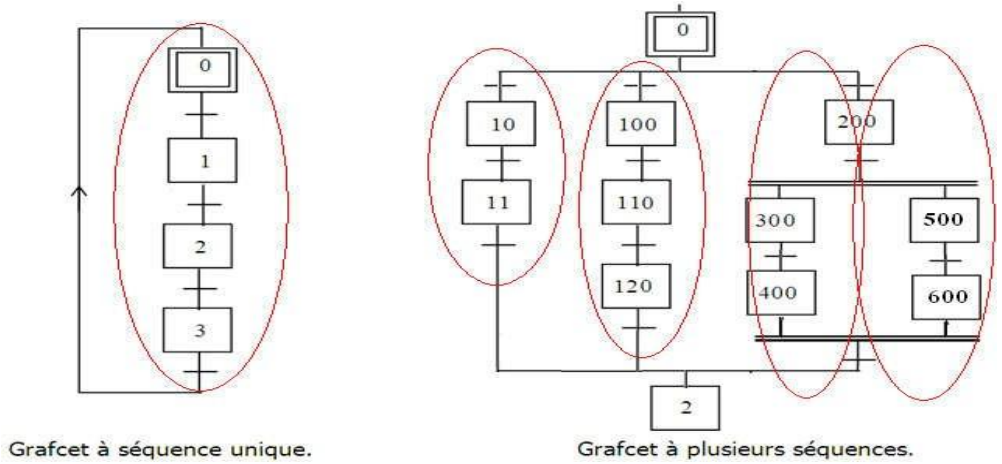


Figure II.8: séquence dans un GRAFCET

II.3.3.2. Saut d'étapes et reprise de séquence :

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser, La reprise de séquence (ou boucle) permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue

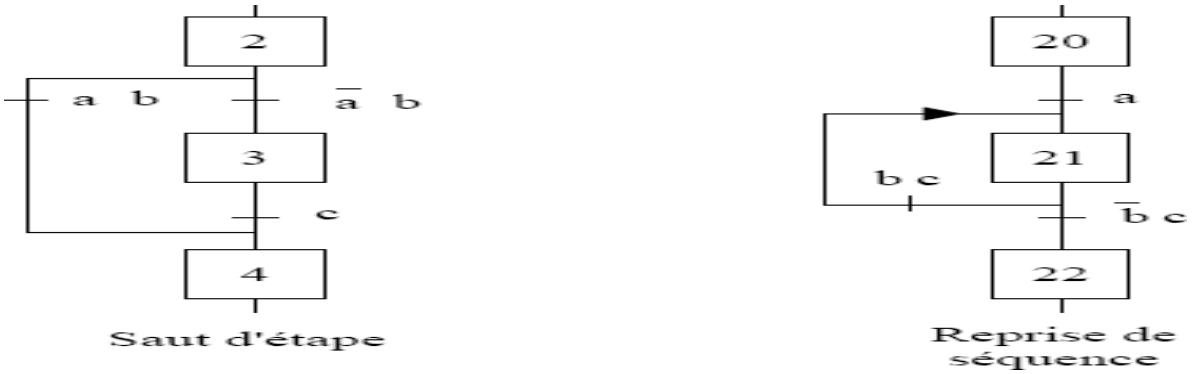


Figure II.9: présente saut l'étape

II.3.3.3. Aiguillage entre deux ou plusieurs séquences (Divergence en OU)

On dit qu'il y a Aiguillage ou divergence en OU lorsque le grafcet se décompose en deux ou plusieurs séquences selon un choix conditionnel. Comme la divergence en OU on rencontre aussi la convergence en OU. On dit qu'il y a convergence en OU, lorsque deux ou plusieurs séquences du grafcet converge vers une seule séquence**.[11]**

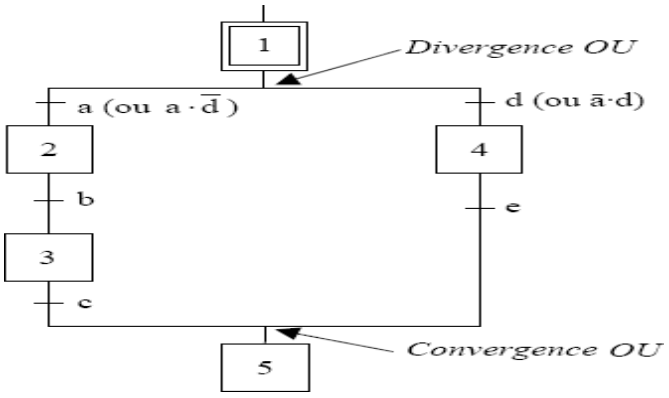


Figure II.10: Divergence et convergence en OU

Si les deux conditions **a** et **d** sont à 1 simultanément, les étapes 2 et 4 vont devenir actives simultanément, situation non voulue par le concepteur. Donc elles doivent être des conditions exclusives

II.3.3.4. Parallélisme entre deux ou plusieurs séquences (ou séquences simultanées ou divergence - convergence en ET)

Au contraire de l'aiguillage où ne peut se dérouler qu'une seule activité à la fois, On dit qu'on se trouve en présence d'un parallélisme structurel, si plusieurs activités indépendantes pouvant se dérouler en parallèle. Le début d'une divergence en ET et la fin d'une convergence en ET d'un parallélisme structurel sont représentés par deux traits parallèles**. [11]**

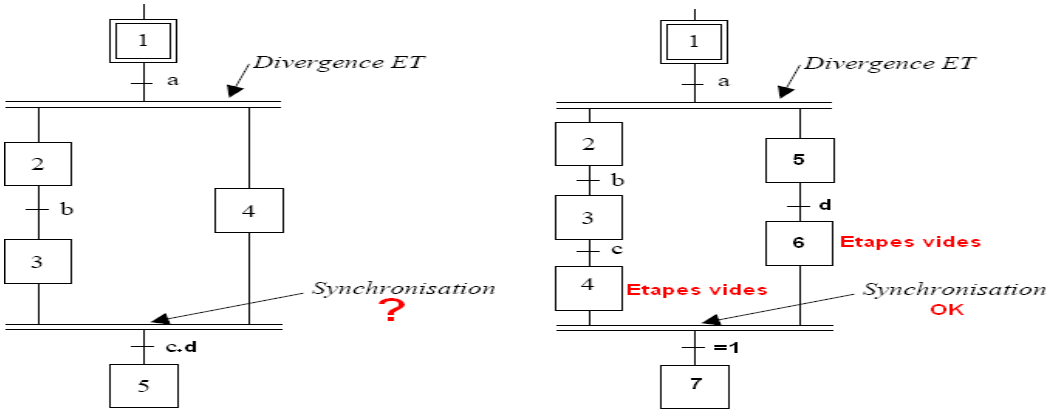


Figure II.11: divergence-convergence en ET

La synchronisation permet d'attendre la fin de plusieurs activités se déroulant en parallèle, pour continuer par une seule**.**

II.3.3.5. Liaison entre grafcets

Une étape dans un grafcet peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre Grafcet. Cette méthode est utilisée aussi pour synchroniser deux Grafcets c'est à dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre.**[10]**

Avec la notion de macro-représentation, on se donne le moyen de reporter à plus tard la description détaillée de certaines séquences. La macro-étape est la représentation unique d'un ensemble d'étapes et de transitions nommé expansion de macro-étape.

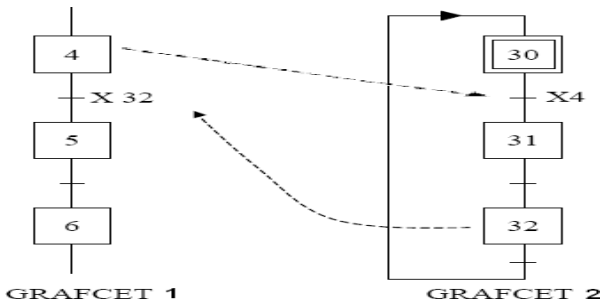
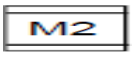


Figure II.12: Liaison entre Grafcet **[10]**

II.3.3.6. Structuration par macro-étapes

L'expansion de la macro-étape commence par une seule étape d'entrée et se termine par une seule étape de sortie, étapes qui représentent les seuls liens possibles avec le GRAFCET auquel elle appartient**.[11]**

La représentation de la macro-étape est donnée par le symbole : 

La figure II.13 illustre la présentation d'une Macro-étape M2 avec son expansion :

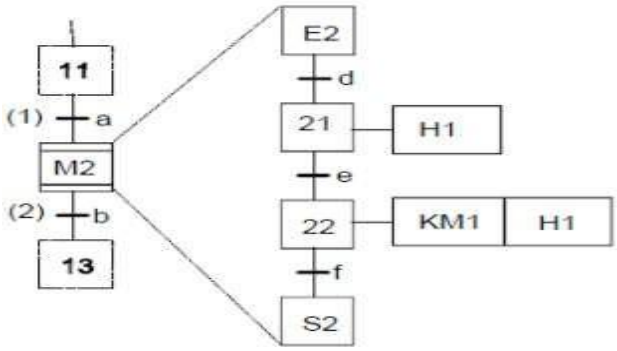


Figure II.13: La Présentation d'une Macro-étape **[11]**

Dans la figure II.13; le franchissement de la transition (1) active l'étape E2. La transition (2) ne sera validée que lorsque l'étape S2 sera active. En plus le franchissement de la transition (2) désactive l'étape S2.

II.4. LANGAGE LADDER [9]

Ladder est le mot anglais qui signifie l'échelle. Ladder Diagramme (LD) ou le langage Ladder ou schéma à contacts est un langage graphique très populaire auprès des automaticiens pour programmer les automates programmables industriels. Il ressemble un peu aux schémas électriques Figure II. 14, Il est facilement compréhensible.

L'idée initiale du Ladder est la représentation de fonction logique sous la forme de schémas électriques. Cette représentation est originalement matérielle : quand l'automate programmable industriel n'existait pas, les fonctions étaient réalisées par des câblages.

Le Ladder a été créé et normalisé dans la norme CEI 61131-3. Il est encore aujourd'hui souvent utilisé dans la programmation des automates programmables industriels, bien qu'ayant tendance à être délaissé en faveur de langages plus évolués, et plus adaptés aux techniques modernes de programmation, tels que le Structured Text (ST) par exemple, ou encore le Grafcet, plus adapté à la programmation de séquences.

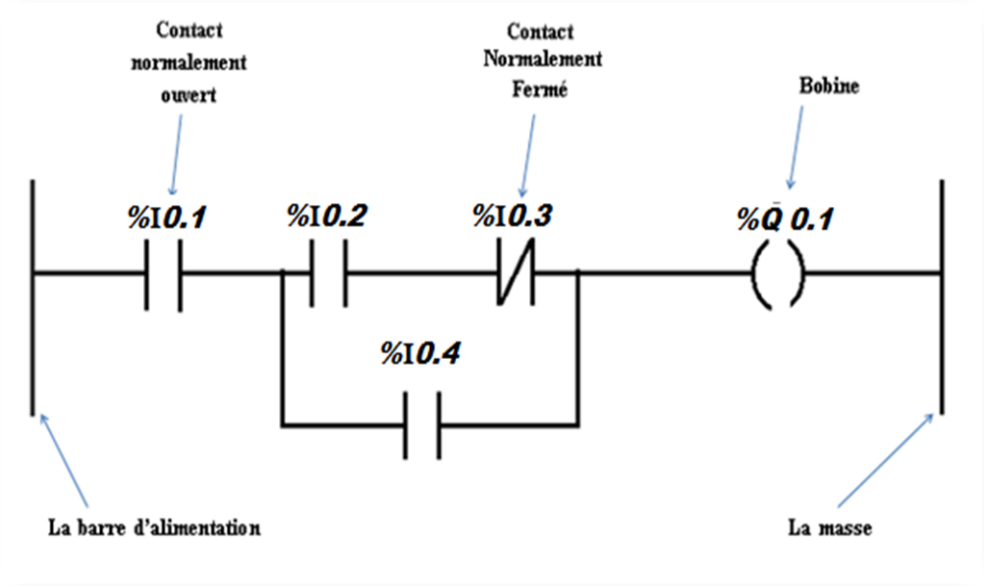


Figure II.14 : Exemple d'un programme en Ladder.[9]

II.4.1. Principe

Un programme Ladder se lit de haut en bas et l'évaluation des valeurs se fait de gauche à droite. Les valeurs correspondent en fait, si on le compare à un schéma électrique, à la présence ou non d'un potentiel électrique à chaque nœud de connexion.

En effet, le Ladder est basé sur le principe d'une alimentation en tension représentée par deux traits verticaux reliés horizontalement par des bobines, des contacts et des blocs fonctionnels, d'où le mot 'Ladder' (échelle), (Figure II. 14).

C'est un langage volontairement simple et graphique pour être compréhensible. Il a permis dans les années 1990 d'être utilisé sans lourde formation par un électricien. Il est aujourd'hui un peu dépassé. La puissance de calcul des CPU actuelles permettent de travailler directement en langage objets avec des notions de classe et d'héritage.

II.4.2. Les composants du langage

Il existe 3 types d'élément de langage :

- les entrées (ou contact), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne,
- les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne,
- les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

Le tableau II.2 donne les principaux éléments (contacts et bobines) d'un réseau LD.

Tableau II.2:les principaux éléments d'un réseau LD. [9]

Objet graphique	Nom
-| |-	Contact normalement ouvert
-|/|-	Contact normalement fermé
-|P|-	Contact fermé au front montant
-|N|-	Contact fermé au front descendant
-( )-	Bobine normalement ouverte
-(/)-	Bobine normalement fermée
-(S)- ou–(L)-	Bobine Latch (maintenu à 1 une fois actionné)
-(R)-ou –(U)-	Bobine Reset (remise à 0 de la bobine latch)
-(P)-	Bobine active au front montant de son entrée
-(N)-	Bobine active au front descendant de son entrée
|-<return>	Retour inconditionnel (vers le sous-programme appelant)
|-cond-<return>	Retour conditionnel
|->>Label	Saut inconditionnel
|-cond->>Label	Saut conditionnel

II.5. CHOIX D'UN AUTOMATE

Pour choisir un API, l'automaticien doit réunir certaines informations qui sont :

- Le nombre et la nature des entrées et sorties ;
- Le type de programme de fonctionnement désiré ;
- La nature de traitement (temporisation, couplage, comptage …), qui nous permet le choix de l'unité centrale ainsi la taille de la mémoire à utiliser ;
- Le langage du dialogue (la console détermine le langage de programmation) ;
- Le type de communication avec d'autre système ;

- La fiabilité et la robustesse ;
- La vitesse du travail.

Dans notre travail on a opté à l'automate S7-300, qui répond parfaitement aux besoins nécessaires pour automatiser cette machine, il est équipé de :

- 79 entrées et de 48 sorties ;
- unité d'alimentation CP 343-1 Lean ;
- unité centrale CPU315-2 DP ;
- Mémoire de travail 128 Ko avec un port MPI+DP (maître ou esclave DP) ;
- configuration multi rangée jusqu'à 32 modules.

II.6. PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7 – 300 [12]

L'automate programmable industriel S7 – 300 fabriqué par SIEMENS, qui fait parti de la gamme SIMATIC S7 est un automate destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gammes.

La configuration et le jeu d'instruction des API SIEMENS sont choisis pour satisfaire les exigences typiques et industrielles et la capacité d'extension variable permet une adaptation facile de l'appareil à la tâche considérée.

L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, de la CPU, du coupleur et de modules d'entrées/sorties.

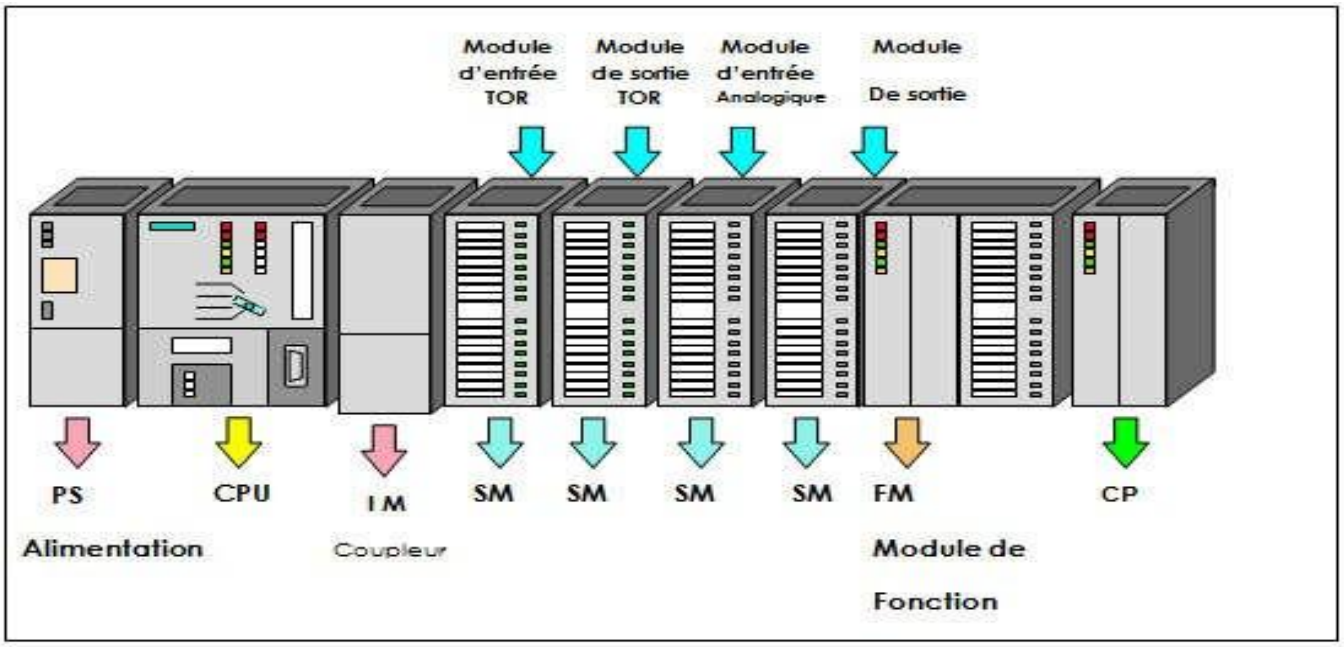


Figure II.15: la structure de l'automate SIMATIC S7-300. **[12]**

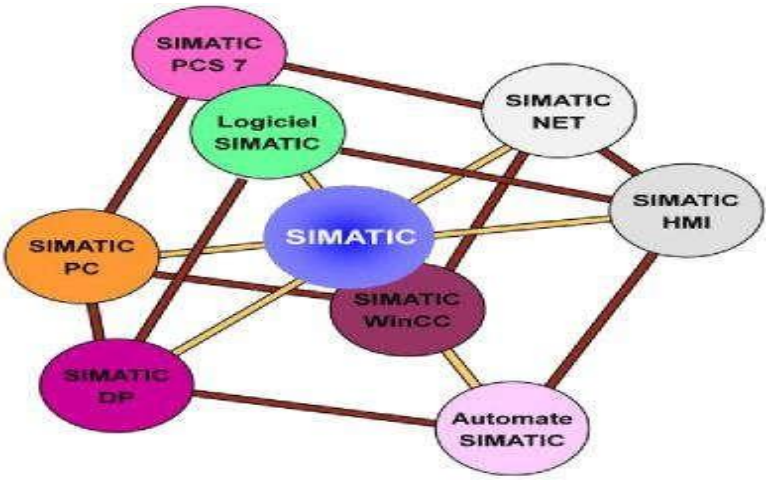


Figure II.16: Gamme SIMATIC S7. **[13]**

- **SIMATIC HMI :** technologie d'interface homme machine.
- **SIMATIC PC :** PC industriel.
- **SIMATIC PCS 7 :** système de contrôle des procédés.
- **SIMATIC WinCC:** système de supervision pour la surveillance de processus automatisés.
- **SIMATIC DP :** réseau Profibus.
- **Logiciel SIMATIC :** logiciel d'automatisation.
- **Automate SIMATIC :** automate.
- **SIMATIC NET :** communication industrielle.

II.6.1. Modularité

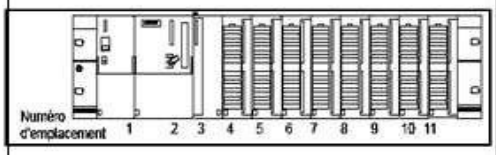
Le S7 – 300 est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible (Figure II.15). Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation, Les types des modules sont les suivants:

1. Modules d'alimentations (PS).
2. Unité centrale (CPU).
3. Coupleurs (IM).
4. Processeurs de communication (CP).
5. Modules de fonctionnements (FM).
6. Modules de signaux (SM).
7. Modules de simulation (SM 374).

Les profilés supports ou les châssis (rack) constituent des éléments mécaniques de base de la SIMATIC S7 – 300, ils remplissent les fonctions suivantes :

- La fixation des modules ou l'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension.
- L'acheminement du bus de fond de panier aux différents modules. **[12]**

Dans le S7 – 300; les modules sont fixés dans l'ordre et leurs nombres sont limités, c'est-à-dire que le profilé support dans le S7 – 300 contient au maximum 11 emplacements (**figure II.15**).



Numéro d'emplacement	Module
1	Module d'alimentation (**PS**).
2	Unité centrale (**CPU**).
3	Coupleur (**IM**).
4	1er module (**SM, FM** ou **CP**).
5	2ème module (**SM, FM** ou **CP**)
6	3ème module (**SM, FM** ou **CP**)
7	4ème module (**SM, FM** ou **CP**)
8	5ème module (**SM, FM** ou **CP**)
9	6ème module (**SM, FM** ou **CP**)
10	7ème module (**SM, FM** ou **CP**)
11	8ème module (**SM, FM** ou **CP**)

Figure II.17: Le profilé – support pour l'API S7 – 300. [14]

II.6.2. Module d'alimentation [12]

Le module d'alimentation assure la conversion de tension du secteur (ou du réseau) en tension de (24V, 48V, 120V ou 230V) pour l'alimentation de l'automate et des capteurs et actionneurs en (24V, 48V, 120V ou 230V).

Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS.
Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe.

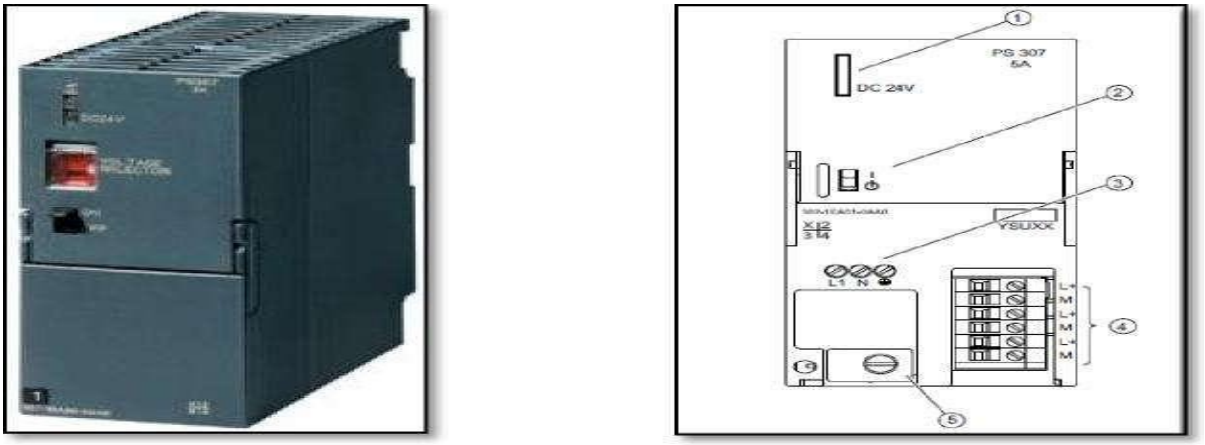


Figure II.18: Schéma de raccordement PS 307-5 [14]

Tableau II.3: nomenclatures.[14]

	Nomenclatures
1	Signalisation de la présence d'une tension de sortie DC 24 V
2	Commutateur ON/OFF du 24 V cc
3	Bornes pour la tension secteur et le conducteur de protection
4	Bornes pour la tension de sortie 24 V cc
5	Arrêt de traction

II.6.3. Unités centrales (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate car elle permet de:

- Lire les états des signaux d'entrées.
- Exécuter le programme utilisateur et commander les sorties.
- Régler le comportement au démarrage et diagnostiquer les défauts par les LEDS.

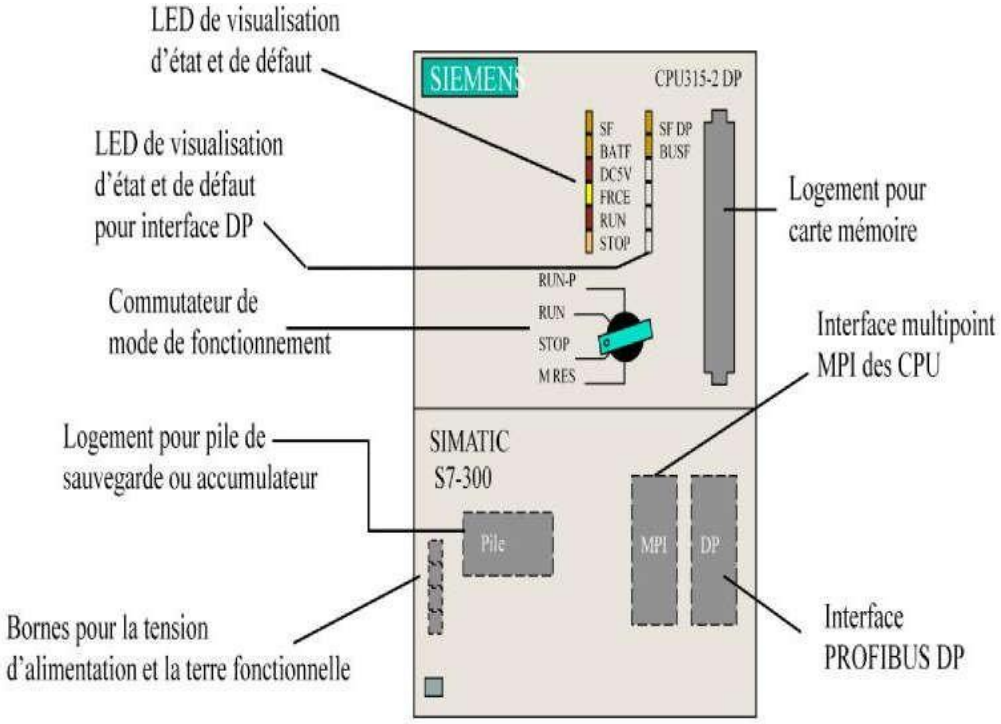


Figure II.19: Organes de commande et de visualisation des CPU **[12]**

Le S7 – 300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes **[12]** :

- **CPU à utilisateur standard : CPU 313**, **CPU 314**, **CPU 315** et **CPU 316.**
- **CPU avec fonctions intégrées** : **CPU 312 IFM** et la **CPU 314 IFM.**

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction (FM)

- **CPU avec interface PROFILBUS DP (CPU 315 – 2 DP, CPU 316 – 2 DP CPU 318 – 2 DP)**

Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux, toutes ces CPU peuvent être utilisées comme maître DP ou esclave DP à l'exception de la CPU 318 – 2 DP où elle est utilisée uniquement comme un maître DP**.**

II.6.4. Coupleur (I M)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphéries ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S

s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée). Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base. Pour l'API S7 – 300, les coupleurs disponibles sont :

- **IM 365 :** Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.
- **IM 360 et IM 361 :** pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

II.6.5. Module communication (CP)

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec:

- Des commandes robots.
- Communication avec des pupitres opérateurs.

Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

Plusieurs automates S7-300 peuvent communiquer entre eux et avec d'autres automates SIMATIC S7 au moyen d'un câble-bus PROFIBUS. Le S7-300 est programmé à l'aide d'une console de programmation (PG). Cette PG est à relier à la CPU par un câble PG **[12]**

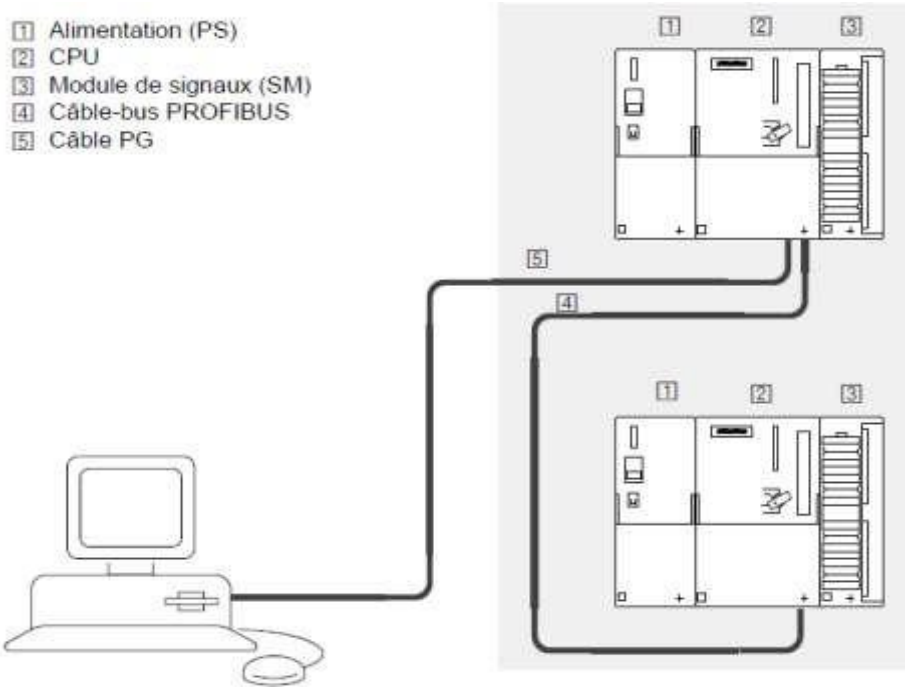


Figure II.20: Organes de commande et de visualisation des CPU **[13]**

II.6.6. Modules de fonctions (FM) [14]

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs. On peut citer les modules suivants :

- FM 354 et FM 357 : Module de commande d'axe pour servomoteur.
- FM 353 : Module de positionnement pour moteur pas à pas.
- FM 355 : Module de régulation.
- FM 350 – 1 et FM 350 – 2 : Module de comptage.

II.6.7. Modules de signaux (SM) [14]

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Ils existent des modules d'entrées TOR, des modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées analogiques et des modules de sorties analogique. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation.

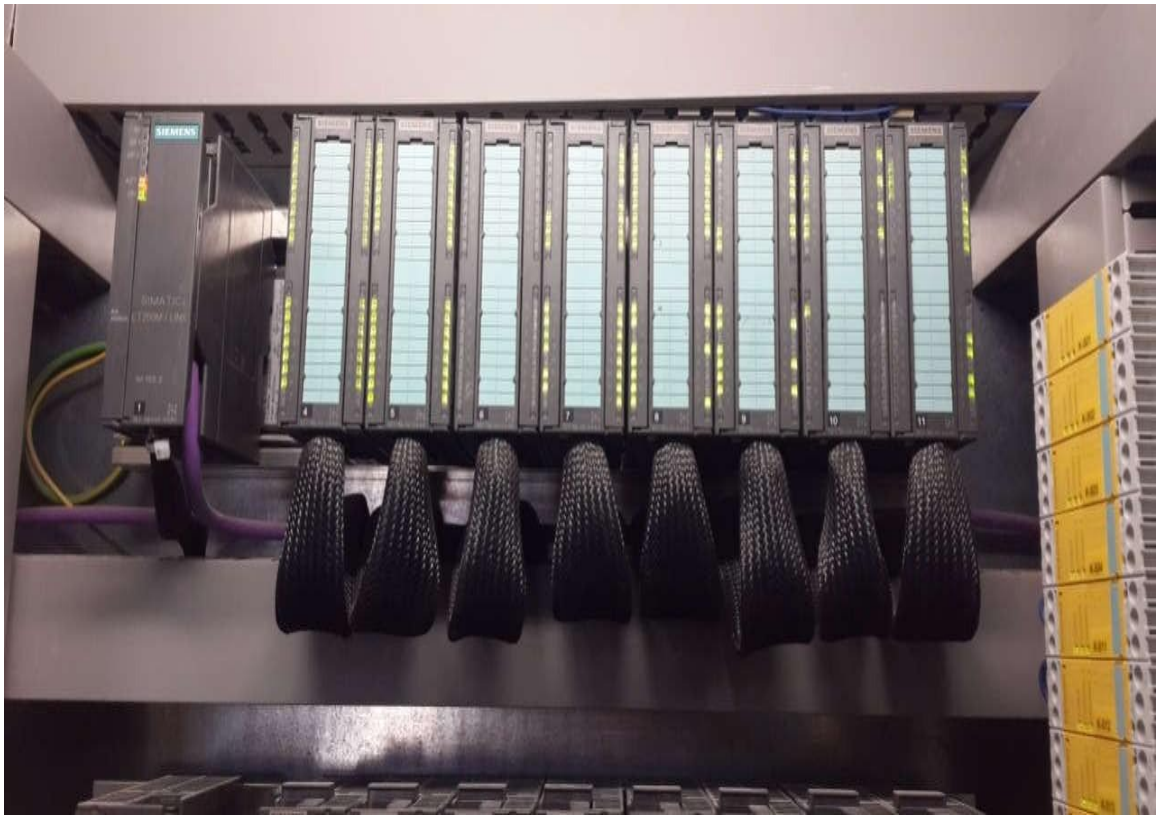


Figure II.20: module Entrée/sortie **[14]**

Il existe différents modules d'entrées/sorties dont :

II.6.7.1. Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322)

Les modules d'entrées/sorties TOR constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien (TOR) de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7 – 300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers. En utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc.…). **[12]**

Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues des capteurs, au niveau du signal interne du S7 – 300. Les modules de sorties transportent le niveau du signal interne du S7 – 300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou Pré – actionneurs.

II.6.7.2. Les modules d'entrées/sorties analogique (SM 331/SM 332)

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques, les entrées et les sorties analogiques possèdent des convertisseurs analogique – numérique et numérique – analogiques d'une résolution de 11 bits + bit de signe, les images des valeurs analogiques sont représentées sur 16 bits, pour les modules possédant une résolution inférieure à 15 bits + bit de signe, les bits de poids plus faibles ne sont pas représentatif**. [12]**

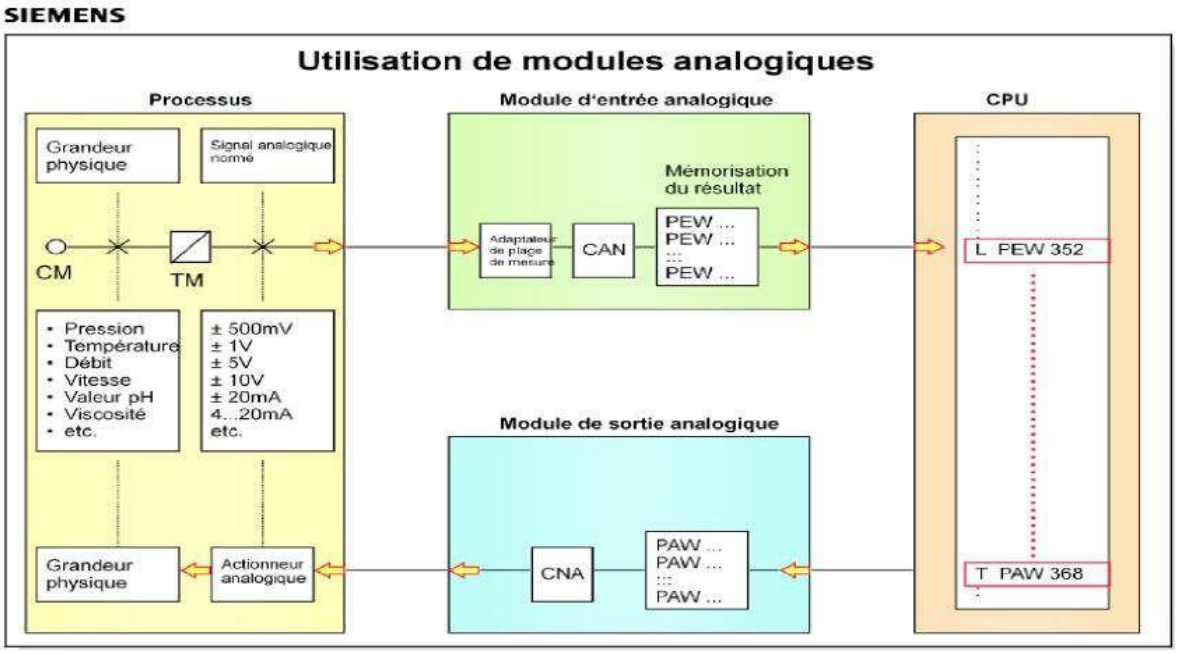


Figure II.22: Utilisation de modules analogiques.

II.6.7.3. Les modules d'entrées analogiques (SM 331) [14]

Les modules d'entrées analogiques (SM 331) convertissent un signal analogique issu des capteurs analogiques en un signal numérique. Ces modules ne comportent qu'un circuit de conversion

analogique numérique CAN, car la CPU de l'automate S7 – 300 ne peut lire que les valeurs analogiques binaires.

La conversion analogique/numérique concerne les entrées analogiques des étendues de tension (±80 mV, ± 250 mV, ± 500 mV, ±5 V, ± 10 V), de courant (± 10 mA, ± 3,2 mA, ±20 mA), de résistance (150 Ω, 300 Ω et 600 Ω) et de température, en un mot (de compléments à 2) au format de 8, 12 ou 16 bits, afin que l'automate puisse traiter ces variables par de la programmation (gestion d'alarme, contrôle, asservissement...).

Tableau II.4: La représentation des valeurs analogiques sur 15 bits.

Résolution	Valeur analogique	
Numéro de bit	15 14 13 12 11 10 9 8	7 6 5 4 3 2 1 0
Valeur de bit	S 2^{14} 2^{13} 2^{12} 2^{11} 2^{10} 2^{9} 2^{8}	2^{7} 2^{6} 2^{5} 2^{4} 2^{3} 2^{2} 2^{1} 2^{0}

Le signe (S) d'une valeur analogique est toujours codé dans le bit n◦ 15. Il va prendre la valeur **0** si nous avons une valeur analogique positive et la valeur **1** si nous avons une valeur analogique négative.

II.6.7.4. Les modules de sorties analogiques (SM 332)

Les modules de sorties analogiques (SM 332) réalisent la conversion des signaux numériques internes (du S7 – 300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré – actionneurs analogiques, ces modules comportent donc des circuits de convertisseurs numériques-analogiques CNA, le transfert des valeurs numériques vers le module s'effectue par multiplexage piloté par le processeur automate. La conversion des voies de sorties analogiques est réalisée séquentiellement, c'est-à-dire que les voies de sorties analogiques sont converties les unes après les autres.

Cependant, il existe des modules où ils sont à la fois des modules d'entrées et sorties analogiques (FM 334), ces modules réalisent les deux fonctions. **[12]**

II.6.7.5. Modules de simulation (SM 374)

Le module de simulation SM 374 est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service en cours de fonctionnement. Dans le S7 – 300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que:

- La simulation des signaux des capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- La signalisation d'état des signaux de sorties par des LEDS. **[12]**

II.7. PROGRAMMATION AVEC STEP7 [19]

II.7.1. Définition du logiciel

STEP7 est un logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC (S7-300, S7-400 et WIN AC). Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et gestion de projet ;
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- La gestion des mnémoniques ;
- La création des programmes ;
- Le chargement des programmes dans les systèmes cibles ;
- Le test de l'installation d'automatisation ;
- Le diagnostic lors des perturbations des installations **[15].**

Il s'exécute sous les systèmes d'exploitation de Microsoft à partir de la version Windows 95. Il s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation.

II.7.2. Langages de programmation sous STEP7 [16]

Pour créer un programme en step7, on dispose de trois langages de programmation CONT, LIST ou LOG qui peuvent être combiné dans le même programme et selon le processus étudié et les aptitudes du programmeur, en choisissant le modèle qui lui convient.

II.7.2.1. logigramme(LOG)

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les blocs de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peut être représentées directement combinées avec les blocs logiques. **[16]**

Exemple : la fonction ET à deux entrées



II.7.2.2. Schéma à contact (CONT)

C'est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions sont très semblables aux schémas de circuits électriques. Le langage à (CONT) permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines**[16].**

Exemples : la fonction ET à deux entées



II.7.2.3. Langage liste d'instructions

La liste des instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine (l'assembleur). Dans un programme LIST, les différentes instructions textuelles correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

Pour faciliter la programmation, le langage LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données) .**[16]**

Exemple : la fonction Et à deux entrées

U ''contact 1''

U ''contact 2 ''

= ''lampe verte ''

II.7.3. Mémentos

Des mémentos sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques ''0'' et ''1''. Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties. **[17]**

II.7.4. Mnémonique

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de l'API. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des erreurs éventuelles. Les mnémoniques ainsi définies sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable **[17].**

II.7.5. Traitement du programme par la CPU

On distingue deux types de programmation :

-Structuré ;

-Linéaire ;

II.7.5.1. Programmation structurée

Pour les tâch**es** d'automatisation de grande envergure, le programme peut être divisé en blocs de programme ordonnés par fonctions plus petits et faciles à manier. Ceci présente l'avantage de pouvoir tester les parties du programme séparément et de les regrouper en une seule fonction pour l'exécution **[17].**

II.7.5.2. Programmation linéaire

La CPU exécute le cycle habituel, en appelant le bloc d'organisation (OB) dans le programme principal. Ce type de traitement est requis lors de la commande de procédé simple un programme de taille et de complexité réduite.

II.7.6. Types de blocs dans le programme utilisateur sous STEP7

Le logiciel de programmation STEP7 nous permet de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

- Ecriture des programmes importants mais 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 par section ;
- Faciliter la mise en service.

Les principaux blocs utilisés pour la programmation sous STEP7 sont :

II.7.6.1. Bloc d'organisation (OB)

Un bloc d'organisation est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc, l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation.

L'OB contient des instructions d'appels de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs **[18].**

II.7.6.2. Bloc fonctionnel (FB)

Les blocs fonctionnels sont subordonnés aux blocs d'organisation. Ils renferment une partie du programme qui peut être appelée par l'OB ou par un autre bloc fonctionnel FB.

Avant de commencer la programmation du bloc fonctionnel, il est indispensable de remplir la table de déclaration des variables d'entrées/sorties dans chaque bloc fonctionnel, en utilisant des noms qui ne figurent pas dans la table des mnémoniques, ainsi que les paramètres formels et les données statiques **[18].**

II.7.6.3. Fonction(FC)

Une fonction FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autres FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs **[18].**

II.7.6.4. Bloc de données (DB)

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les variables de types données. Il existe deux types de bloc de données :

II.7.6.4.1. Bloc de données d'instance

Un bloc de données d'instance est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres. Ces blocs contiennent les paramètres effectifs et les données statiques du FB.

Les variables déclarées dans le FB déterminent la structure du bloc de données d'instance. L'instance est l'appel d'un bloc fonctionnel, si par exemple, un bloc fonctionnel est appelé cinq fois dans le programme utilisateur S7 (STEP7), il existe cinq instances de ce bloc **[18].**

II.7.6.4.2. Bloc de données globales

Contrairement aux blocs de code, les blocs de données ne contiennent pas d'instruction STEP7. Ils servent à l'enregistrement des données du programme utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs et ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise **[18].**

II.7.6.5. Blocs système pour fonctions standards et fonctions système

Les blocs système sont des fonctions prêtes à l'emploi et ils sont stockés dans la CPU. Ils peuvent être appelés par l'utilisant et utilisés dans le programme, mais on ne peut ni changer ni accéder à leur programme.

On dispose dans le step7 des blocs système suivant :

II.7.6.5.1. Bloc fonctionnel système (SFB)

Le bloc fonctionnel est stocké dans le système d'exploitation de CPU et peut être appelé par l'utilisateur **[17].**

II.7.6.5.2. Fonction système *(SFC)*

La fonction est stockée dans le système d'exploitation de la CPU et peut être appelée par l'utilisateur **[17].**

II.7.6.5.3. Données systèmes*(SDB)*

C'est zones de mémoires stockent le programme de configuration pour les différentes applications de STEP7 (par exemple configuration du programme STEP7, configuration de protocole de communication, etc.), pour le stockage des données dans le système d'automatisation **[17].**

II.7.7. Création d'un projet sous STEP7

Pour créer un projet sous STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet il existe deux solutions possibles **[18]** : soit en commençant par la configuration ensuit la création du programme ou bien l'inverse.

Le schéma suivant illustre les deux solutions possibles lors de la conception d'une solution d'automatisation :

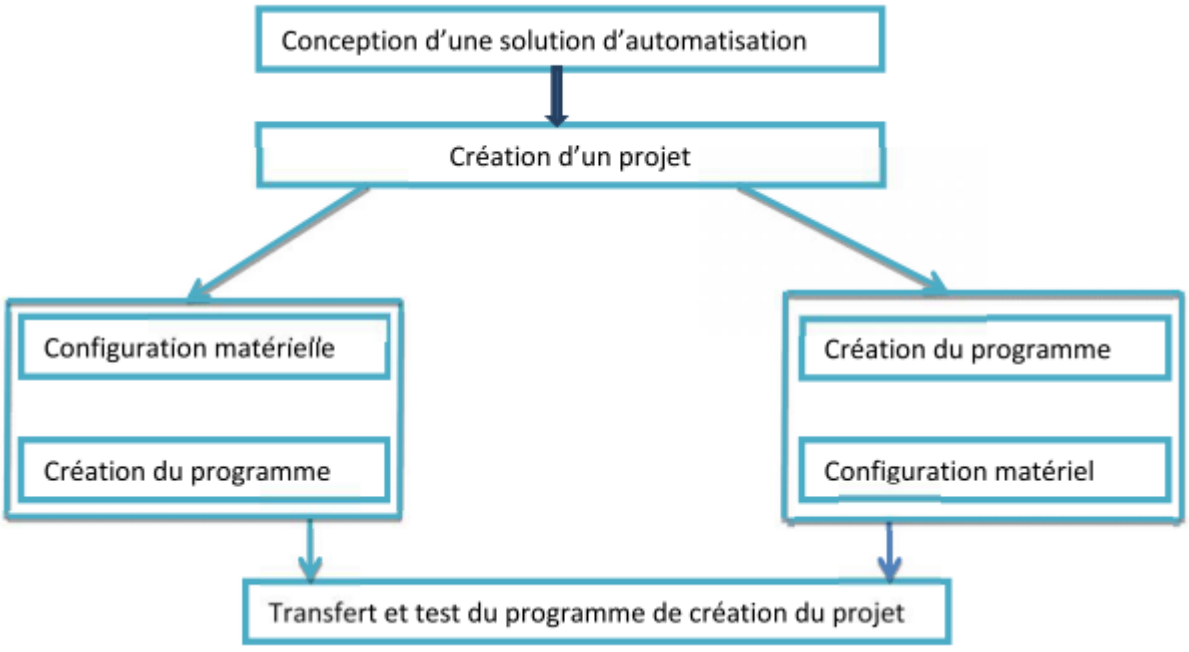


Figure II.23: Organisation de création du projet **[18].**

II.7.7.1. Réalisation du programme de la SECTION

II.7.7.1.1. Création du projet dans *SIMATIC Manager*

Afin de créer un nouveau projet STEP 7, nous avons procéder comme suit :

- En sélectionnant l'icône SIMATIC Manager
- On affiche la fenêtre principale, pour Sélectionner un nouveau projet et le valider. Comme le montre la Figure II.22 suivante :

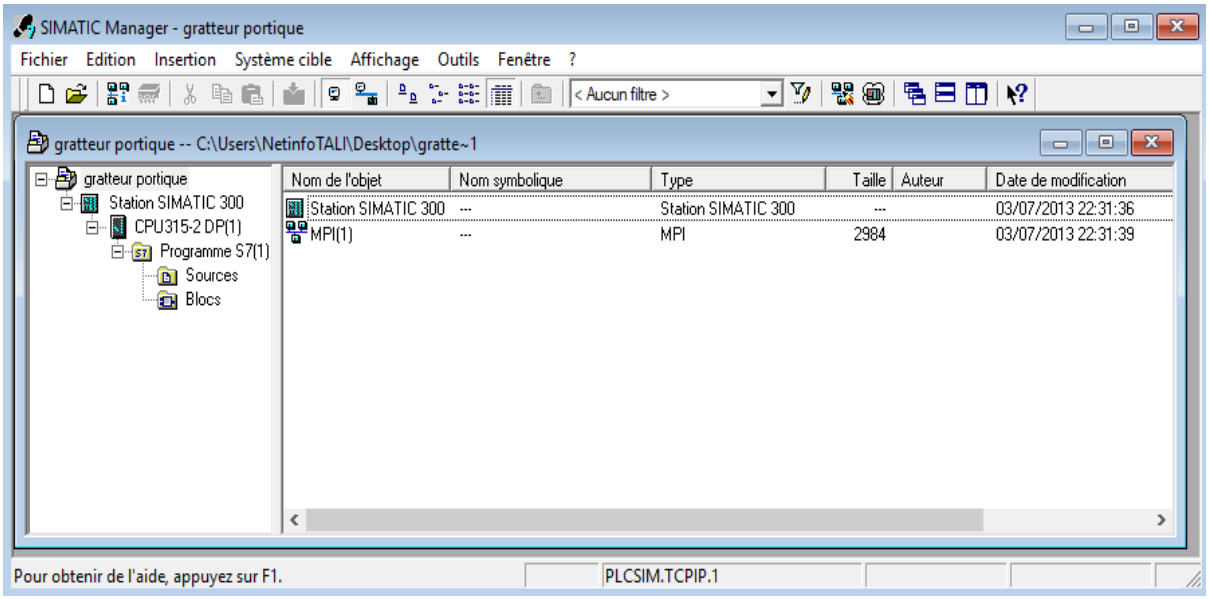


Figure II.24: Création d'un projet.

Deux approches sont possibles, Soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle, ou bien l'inverse.

II.7.7.1.2. Configuration Matérielles

C'est une étape importante, qui corresponde à l'agencement des châssis, et des modules. Ces derniers sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- les paramètres ou les adresses prérégler d'un module ;
- configurer les liaisons de communication.

Le choix du matériel SIMATIC S7-300 avec une CPU315-2DP nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

- On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, pour la station SIMATIC S7-300, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé.

- Sur ce profil, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1. Parmi celles proposées notre choix s'est porté sur la «PS-307 5A».
- La «CPU315-2DP» est impérativement mise à l'emplacement n°2.
- L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.
- Les emplacements n°4, 5, 6, 7, 8 et 9 sont réservés pour les modules de 8 entrées analogique 12bits chacun.

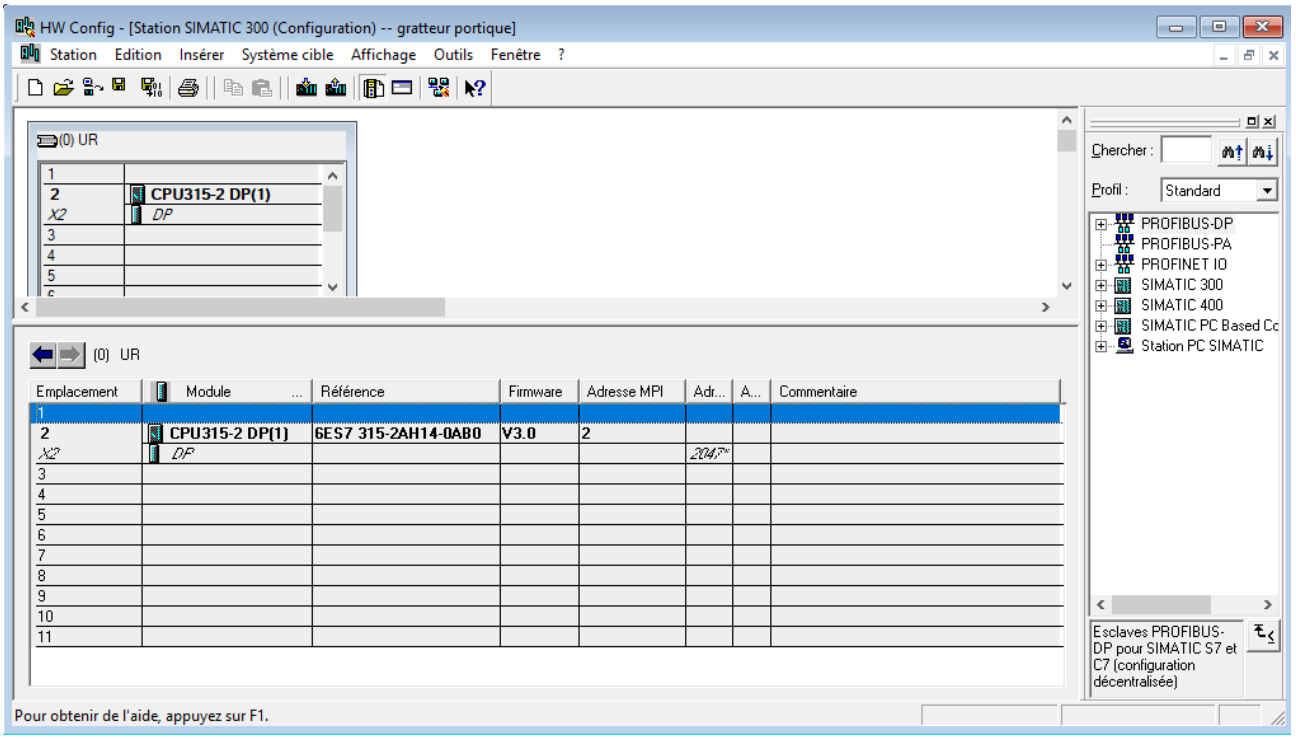


Figure II.25: Configuration matérielle

II.7.7.1.3. Création de la table des mnémoniques

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

On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier des charges, pour les entrées et les sorties. **La figure II.26** suivante présente une partie de la table des mnémoniques.

Editeur de mnémoniques - Programme S7(1) (Mnémoniques)

Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?

Tous les mnémoniques

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- gratteur portique\Station SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
61		Fin de tas G	E 2.0	BOOL	R5112
62		Fin de tas D	E 2.1	BOOL	R5118
63		Descente PV	M 0.3	BOOL	R3124
64		Descente GV	M 0.2	BOOL	R3119
65		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
66		convoyeur en marche	E 0.2	BOOL	R1613
67		controle D bras 1	E 1.6	BOOL	R3314
68		chaine de grattage2e...	A 0.5	BOOL	c2413
69		chaine de grattage1e...	A 0.0	BOOL	c2113
70		bras1 haut	E 0.1	BOOL	R3412
71		bras 2quite point	E 1.1	BOOL	R3915
72		bras 2 haut	E 0.6	BOOL	R3912
73		bras 1int	E 1.0	BOOL	R3421
74		bras 1 bas	E 1.2	BOOL	R3418
75		bpm75.1	E 3.4	BOOL	
76		bpm73.3	E 3.1	BOOL	droit
77		bpm73.2	E 3.0	BOOL	gauche
78		bpm31.3	E 3.2	BOOL	
79		bpm 31.2	E 2.5	BOOL	
80		bpm	E 0.5	BOOL	
81		bpa73.1	E 2.7	BOOL	stop
82		bpa 31.1	E 2.4	BOOL	
83		bpa	E 0.4	BOOL	

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1. NUM

Figure II.26: Table des mnémoniques du projet.

Nous allons représenter les liaisons qui existent entre les blocs, cette architecture est donnée par la **figure II.25** suivante :

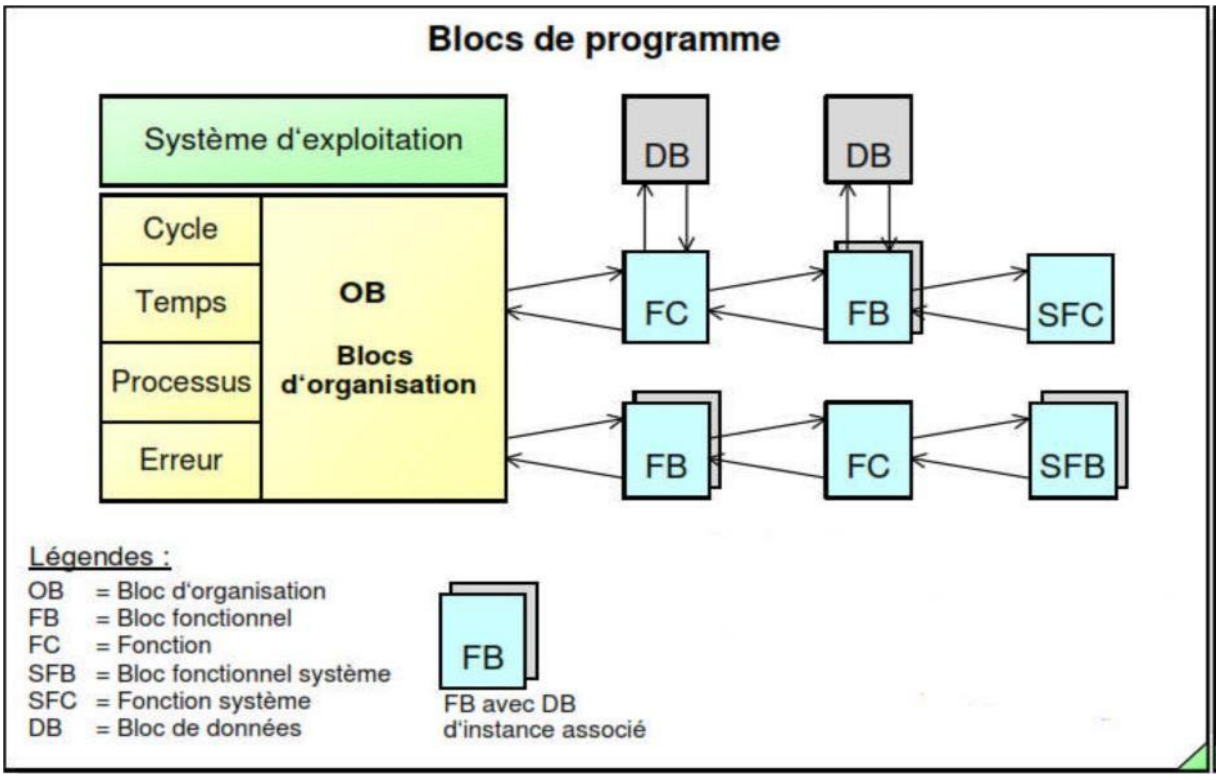


Figure II.27: Architecture des blocs.**[19]**

II.8. CONCLUSION

Ce chapitre présente le Grafcet qui permet de représenter graphiquement le fonctionnement d'un gratteur bien précis.

Par la suit, une vision globale sur les modules constituant l'ensemble de l'automate S7 – 300 sont détaillés.

Le logiciel de programmation STEP7 qui fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC, constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate S7 – 300.



Programmation et simulation

III.1 INTRODUCTION

Pour piloter le gratteur portique , nous allons réaliser un programme que nous allons implanter dans l'automate grâce au logiciel de conception de programmes de systèmes d'automatisation SIMATIC STEP7.

Nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation ensuite on procédera à sa simulation grâce à L'application de simulation de modules S7-PLCSIM

III.2 SIMULATION DU PROGRAMME AVEC S7-PLCSIM [20]

III.2.1 Présentation de logiciel de simulation

S7-PLCSIM est une application qui nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable (AP) qu'on simule sur un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP 7.

La CPU S7 simulée permet de tester les programmes destinés, ainsi que de remédier à d'éventuelles erreurs.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme activer ou désactiver des entrées).

III.2.2 Simulation du programme élaboré

a) Ouverture de l'API S7 PLCSIM

Pour ouvrir le simulateur on doit démarrer le gestionnaire du projet SIMATIC, ensuite on cliquant sur le bouton qui se trouve dans la barre d'outils de se gestionnaire, comme le montre la figure suivante :

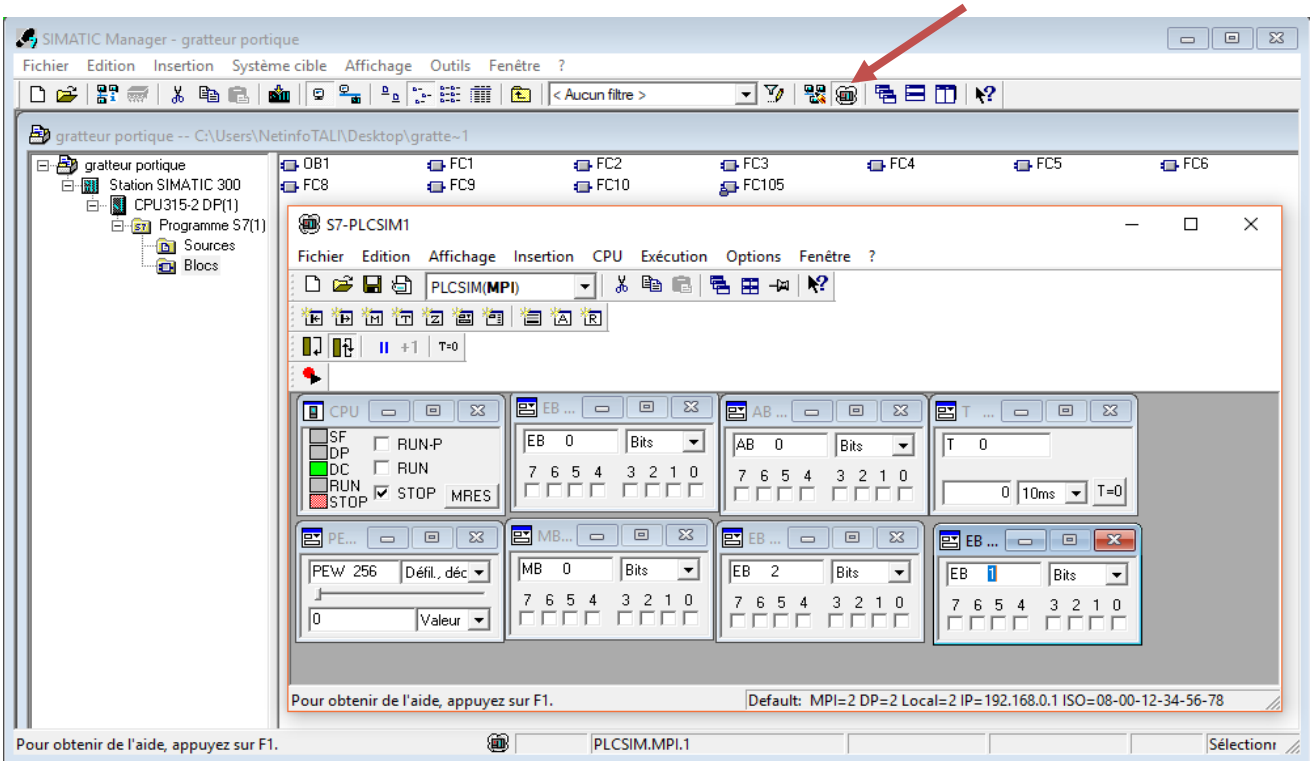


Figure III.1 : Ouverture du simulateur.

b) Configuration de l'API S7 PLCSIM

Dans notre programme, on a utilisé plusieurs entrées, sorties, mémentos et temporisation. Dans l'API S7 PLCSIM, on peut utiliser des fenêtres pour activer ou désactiver les entrées et visualiser les valeurs des temporisations et l'état des sorties. Les fenêtres utilisées dans le programme sont représentées dans la figure suivante :

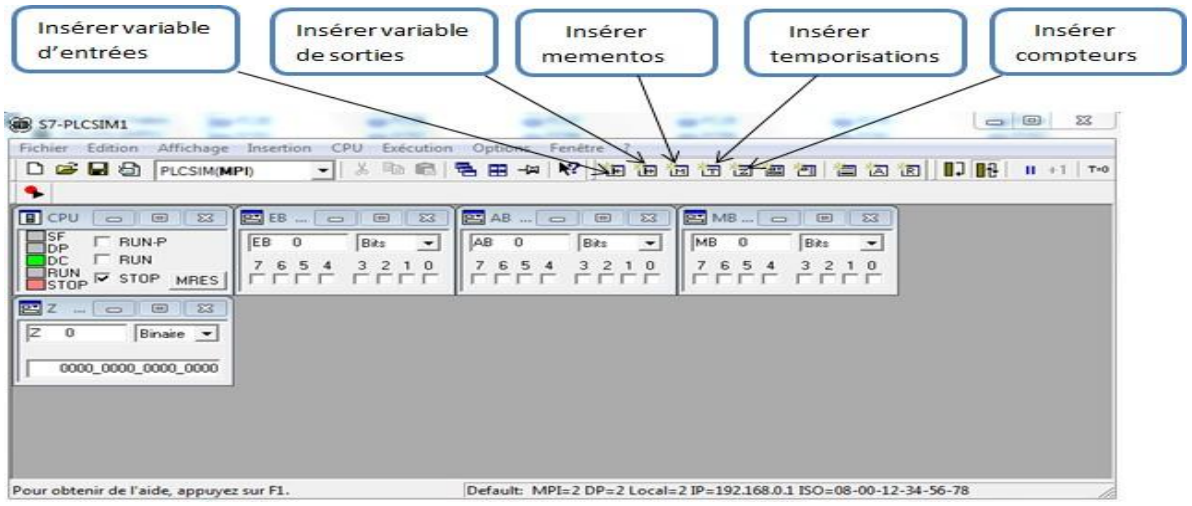


Figure III.2 : Fenêtres utilisés dans L'API S7 PLCSIM.

c) Chargement du programme

Pour charger le programme dans l'API de simulation en doit d'abord ouvrir le programme élaboré ensuite on cliquant sur le , ou on cliquant par bouton droit sur **Blocks** et choisir **système cible**, **charger**. Comme représenter dans la figure suivante :

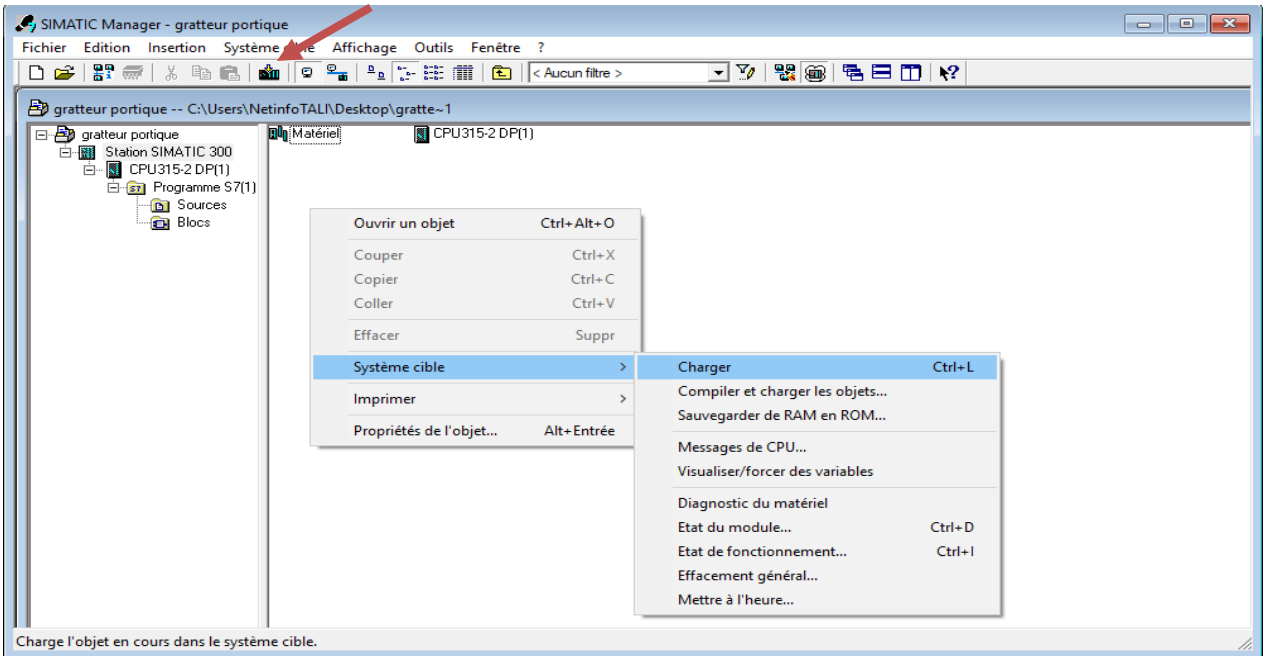


Figure III.3 : Chargement de programme dans l'API de simulation.

d) Exécution et visualisation du programme

Pour visualiser le programme chargé dans l'API S7 PLCSIM, on procède de la manière suivante :

- Cliquant directement sur à partir de la barre d'outils, ou choisir la commande **Test-visualisation** ;
- Coché la case **RUN-P** de la CPU, pour démarrer la simulation ;
- Coché les bits correspondants dans les fenêtres des variables (entrées, mémentos…), et visualiser l'état des sorties, comme représenter dans la figure suivante.

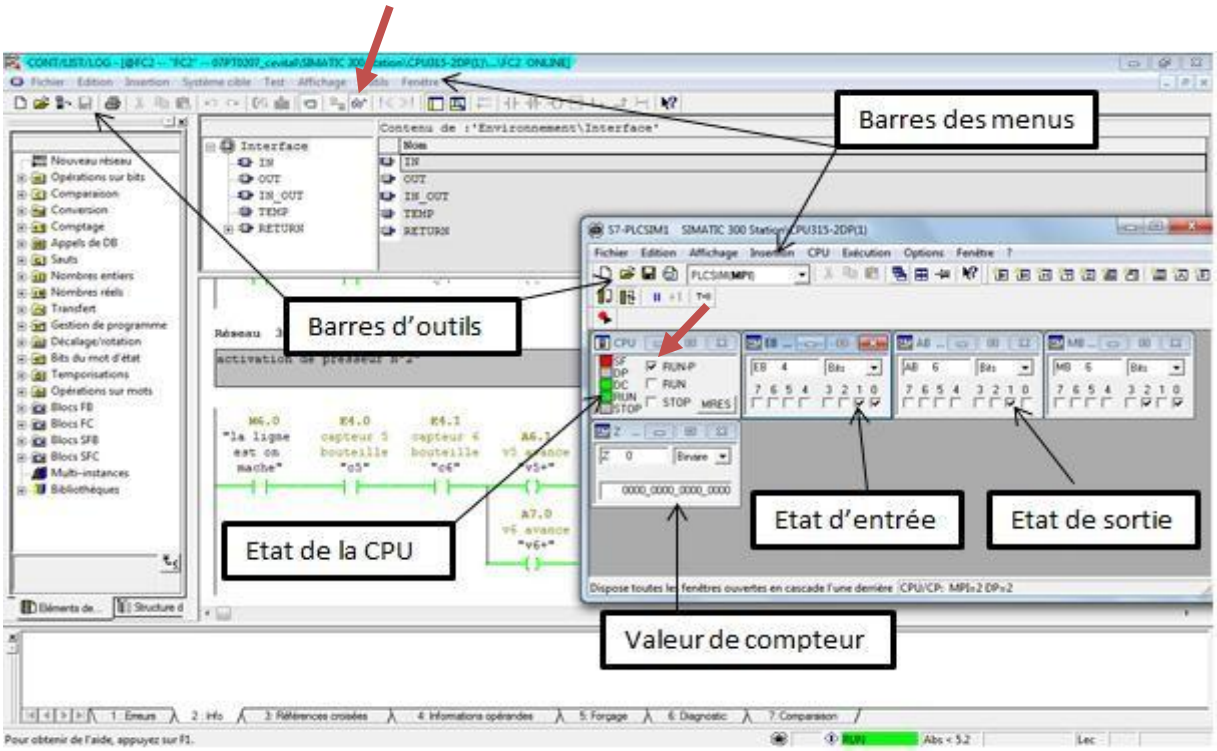


Figure III.4 : Forçage des variables de programme.

III.3 VISUALISATION D'ETAT DU PROGRAMME

Apres avoir chargé le programme dans la CPU du simulateur et mis cette dernière en mode « RUP ». Le logiciel STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme, avec la fonction «Teste »Visualiser ou en cliquant sur l'icone les états des variable et les bits d'entées et ceux de sorties comme le montre le symbole suivant :

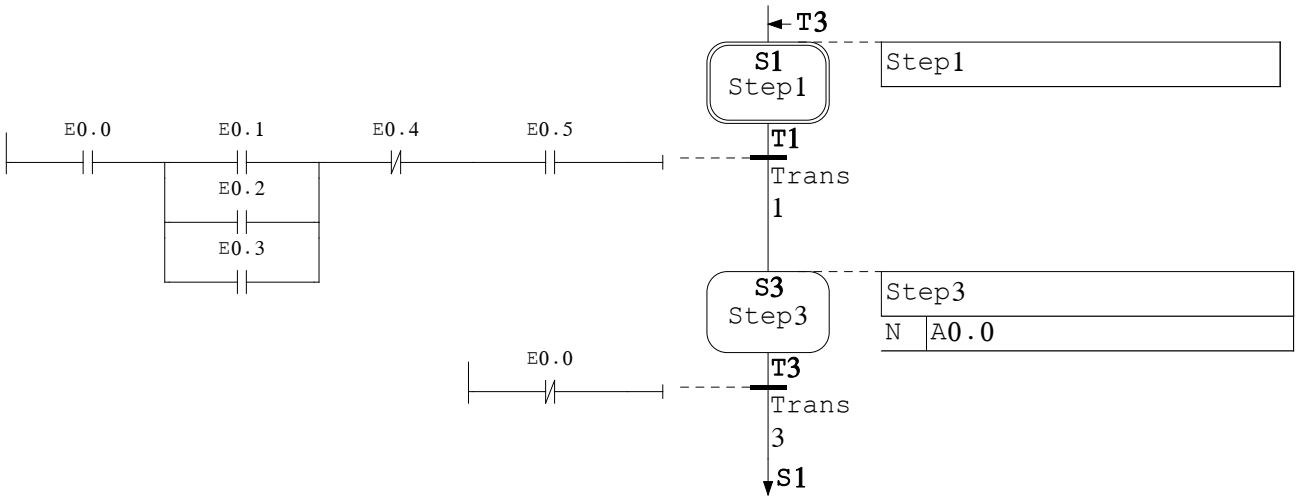
Propriétés de la table des mnémoniques

Nom :	Mnémoniques
Auteur :	
Commentaire :	
Date de création :	10/09/2018 22:31:38
Dernière modification :	25/09/2018 21:51:10
Dernier filtre sélectionné :	Tous les mnémoniques
Nombre de mnémoniques :	100/100
Dernier tri :	Opérande ordre croissant

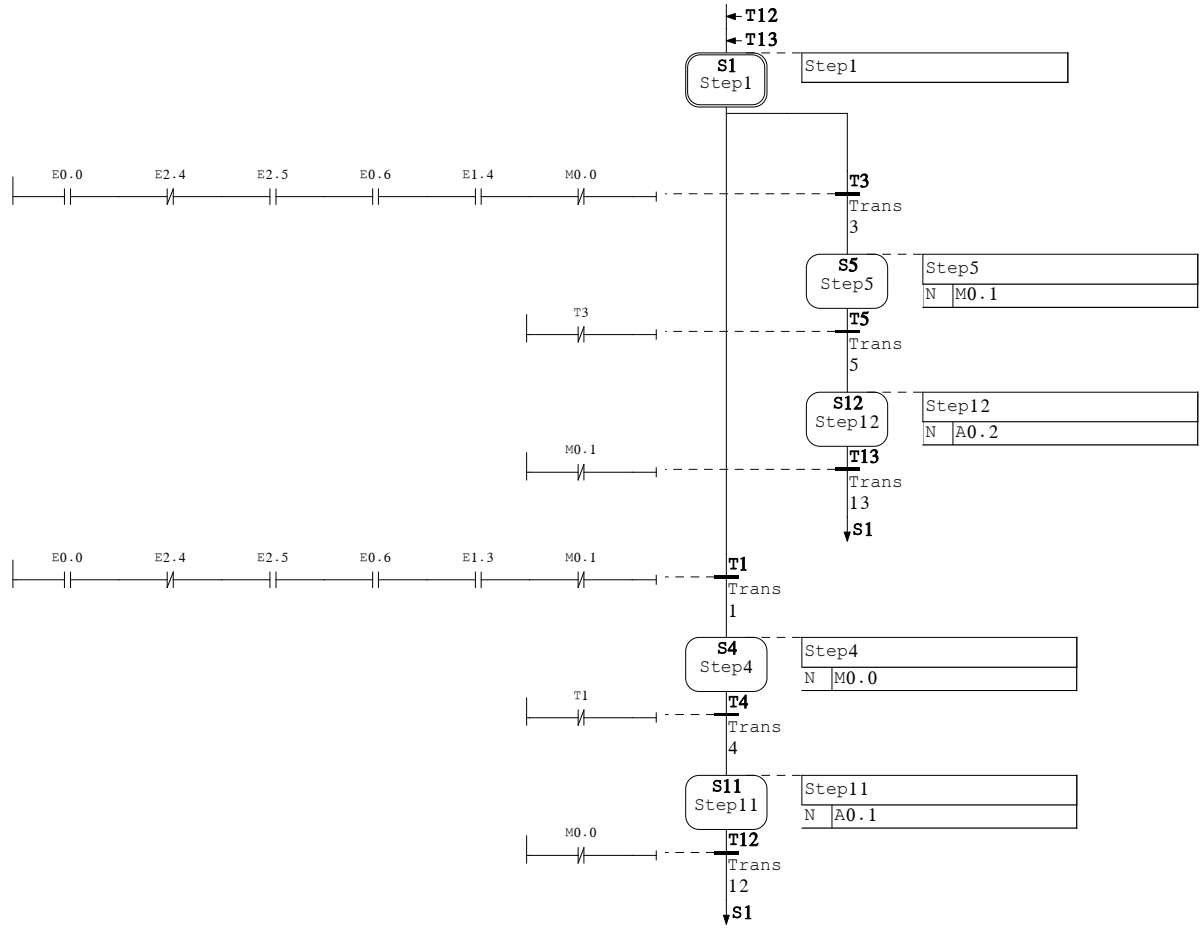
Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	chaine de grattage1en ma	A 0.0	BOOL	c2113
	Treuil Montee GV	A 0.1	BOOL	c3212
	Treuil Montee PV	A 0.2	BOOL	c3221
	Treuil descente GV	A 0.3	BOOL	c3216
	Treuil descente PV	A 0.4	BOOL	c3225
	chaine de grattage2en ma	A 0.5	BOOL	c2413
	inversion sens de ma G	A 0.6	BOOL	c7511
	inversion sens de ma D	A 0.7	BOOL	c7515
	translation PV	A 1.0	BOOL	c7520
	translation GV	A 1.1	BOOL	c7419
	enrouleurs 01	A 1.2	BOOL	C1530
	enrouleurs 02	A 1.3	BOOL	c1532
	local	E 0.0	BOOL	R1315
	bras1 haut	E 0.1	BOOL	R3412
	convoyeur en marche	E 0.2	BOOL	R1613
	zone garage	E 0.3	BOOL	R5318
	bpa	E 0.4	BOOL	
	bpm	E 0.5	BOOL	
	bras 2 haut	E 0.6	BOOL	R3912
	Arret par bras 1 haut	E 0.7	BOOL	R3115
	bras 1int	E 1.0	BOOL	R3421
	bras 2quite point	E 1.1	BOOL	R3915
	bras 1 bas	E 1.2	BOOL	R3418
	selecteur GV (m,d)	E 1.3	BOOL	R1329
	selecteur PV (m,d)	E 1.4	BOOL	R1326
	auto	E 1.5	BOOL	R1312
	controle D bras 1	E 1.6	BOOL	R3314
	profondeur de passes	E 1.7	BOOL	R3330
	Fin de tas G	E 2.0	BOOL	R5112
	Fin de tas D	E 2.1	BOOL	R5118
	sommet de tas G	E 2.2	BOOL	R5124
	sommet de tas D	E 2.3	BOOL	R5130
	bpa 31.1	E 2.4	BOOL	
	bpm 31.2	E 2.5	BOOL	
	trans selecteur GV	E 2.6	BOOL	R1318
	bpa73.1	E 2.7	BOOL	stop
	bpm73.2	E 3.0	BOOL	gauche
	bpm73.3	E 3.1	BOOL	droit
	bpm31.3	E 3.2	BOOL	
	argilite c	E 3.3	BOOL	R5220
	bpm75.1	E 3.4	BOOL	
	bpm75.2	E 3.5	BOOL	
	marche arret	E 3.6	BOOL	R1611
	autorisation marche loca	E 3.7	BOOL	R1612
	bpa 15.1	E 4.0	BOOL	
	bpm 15.2	E 4.1	BOOL	
	autorisation depart cycl	E 4.2	BOOL	R1523
	Temporiqsation	FB 1	FB 1	
	treuil bras 1 graph	FB 2	FB 2	
	temporisation	FC 1	FC 1	temporisation
	treuil bras 1	FC 2	FC 2	treuil bras 1
	memoire zone1	FC 3	FC 3	memoire zone
	autorisation de passer e	FC 4	FC 4	autorisation de passer en automatique

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	tr memoire sens demarche	FC 5	FC 5	tr memoire sens demarche
	Memoire D'arret	FC 6	FC 6	Memoire D'arret
	translation 1	FC 7	FC 7	translation 1
	translation 2	FC 8	FC 8	translation 2
	niveau du treil	FC 9	FC 9	niveau du treil
	depart cycle	FC 10	FC 10	
	G7_STD_3	FC 72	FC 72	
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	Montee GV	M 0.0	BOOL	R3111
	Montee PV	M 0.1	BOOL	R3114
	Descente GV	M 0.2	BOOL	R3119
	Descente PV	M 0.3	BOOL	R3124
	memoire zone droite	M 0.4	BOOL	ME4218
	translation G	M 0.5	BOOL	R7510
	translation D	M 0.6	BOOL	R7516
	autorisation de passe en	M 0.7	BOOL	ME5612 auto
	trans me sens de ma G	M 1.0	BOOL	ME7011
	trans me sensde ma autoG	M 1.1	BOOL	ME7024
	memoire fin de tas	M 1.2	BOOL	ME6730
	memoire d'arret G	M 1.3	BOOL	ME7111
	memoire d'arret D	M 1.4	BOOL	ME7120
	T GV gauche	M 1.5	BOOL	R7311
	T GV droit	M 1.6	BOOL	R7314
	T PV gauche	M 1.7	BOOL	R7318
	T PV droit	M 2.0	BOOL	R7323
	ordre de march	M 2.1	BOOL	R4120
	ME4224	M 2.2	BOOL	zone de memoire gauche
	trans me sens de ma D	M 2.3	BOOL	ME7011.1
	ME7027	M 2.4	BOOL	trans me sensde ma auto D
	ME7114	M 2.5	BOOL	memoire d'arret droite
	ME7118	M 2.6	BOOL	me.a.d
	ME7121	M 2.7	BOOL	me.a.g
	autorisation de passe	M 3.0	BOOL	ME5616 en local
	position haute	M 3.2	BOOL	
	position intermediare	M 3.3	BOOL	
	position base	M 3.4	BOOL	
	Depart de cycle	M 3.5	BOOL	R1511
	position du bras	MD 6	DWORD	position du bras
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
	t1	T 1	TIMER	R3216
	t2	T 2	TIMER	R3212
	t3	T 3	TIMER	R3225
	t4	T 4	TIMER	R3221
	t5	T 5	TIMER	R7510
	t6	T 6	TIMER	R7516
	t7	T 7	TIMER	R1511

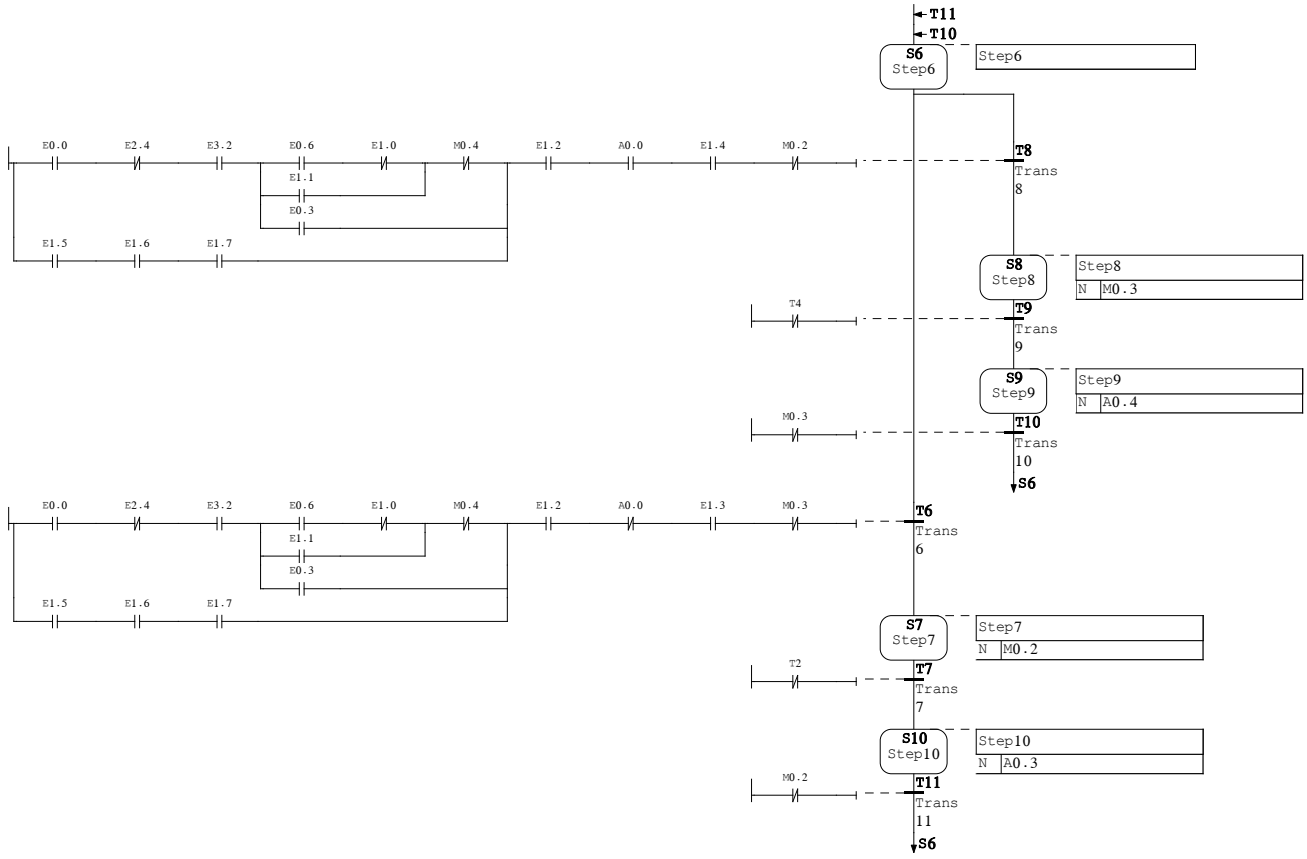
chaine de grattage



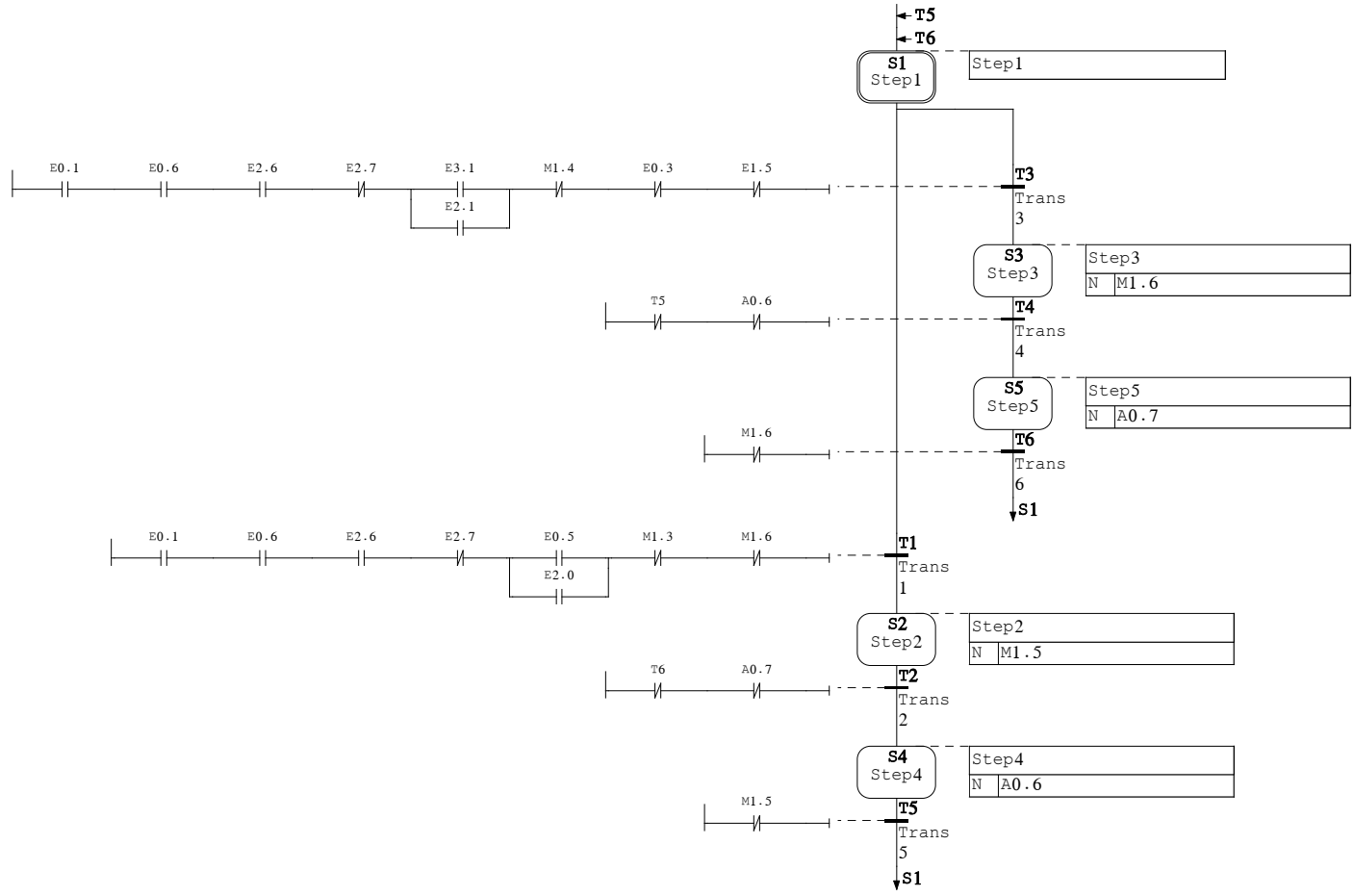
treui bras primaire



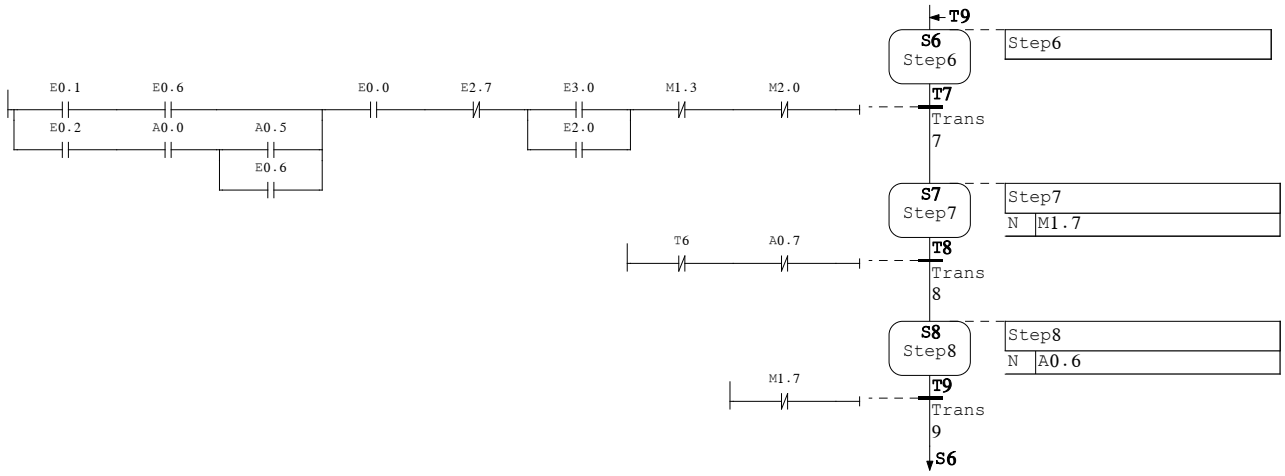
treui bras primaire



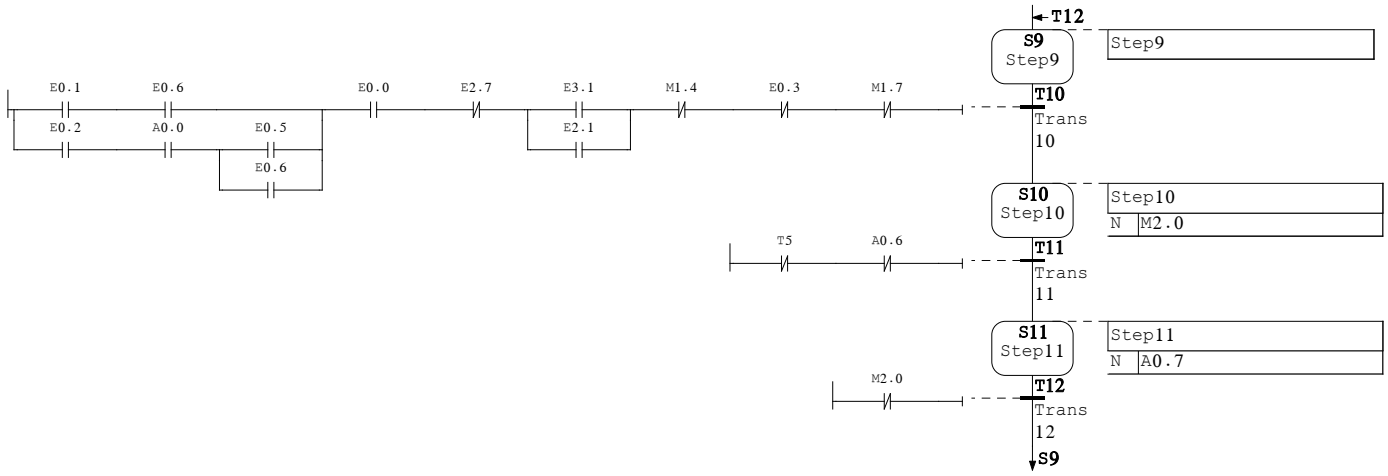
translation



translation



translation



OB1 - <hors ligne>

"Cycle Execution"

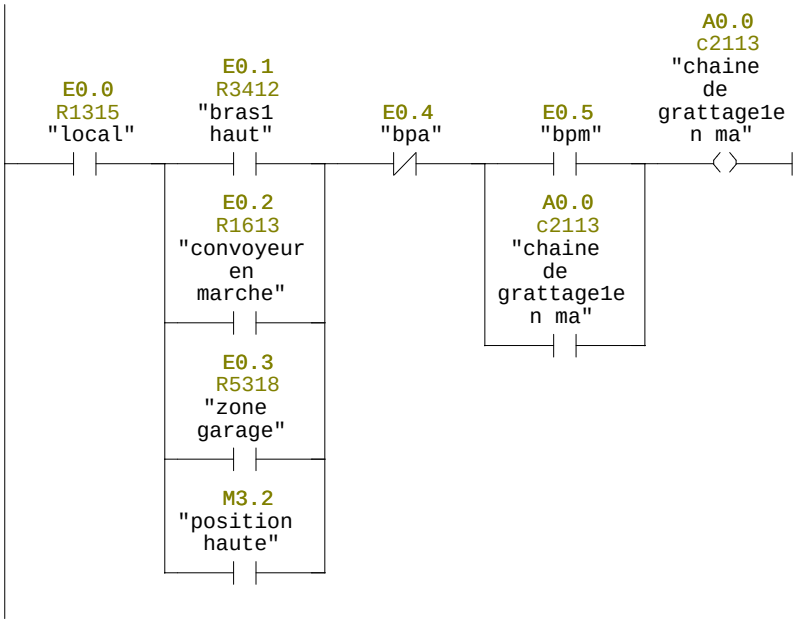
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 25/09/2018 21:57:21
Interface : 15/02/1996 16:51:12
Longueur (bloc/code /données locales) : 00320 00188 00022

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

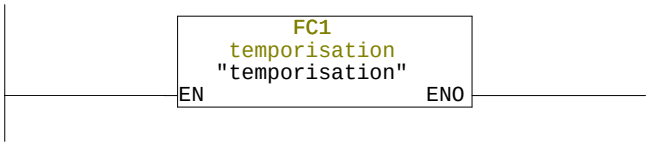
Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

chaine de grattage

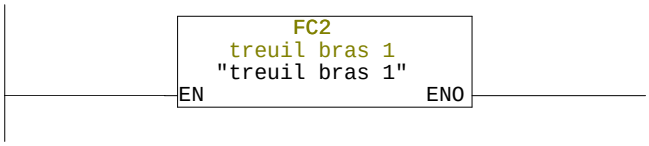
Réseau : 1 c2113



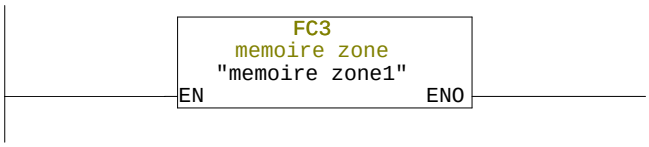
Réseau : 2



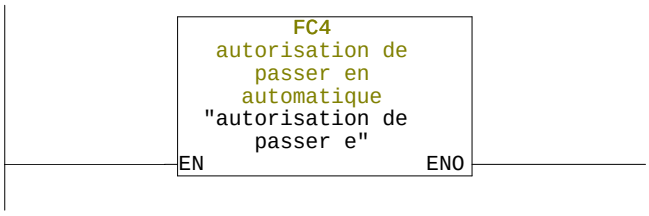
Réseau : 3



Réseau : 4



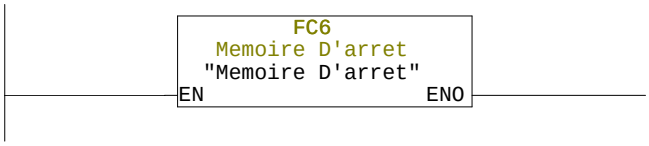
Réseau : 5



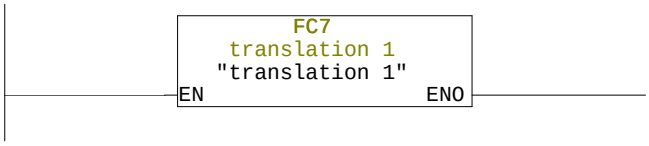
Réseau : 6



Réseau : 7



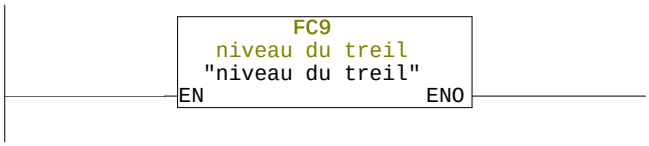
Réseau : 8



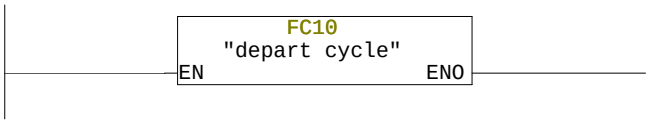
Réseau : 9



Réseau : 10



Réseau : 11



FC2 - <hors ligne>

"treuil bras 1" treuil bras 1

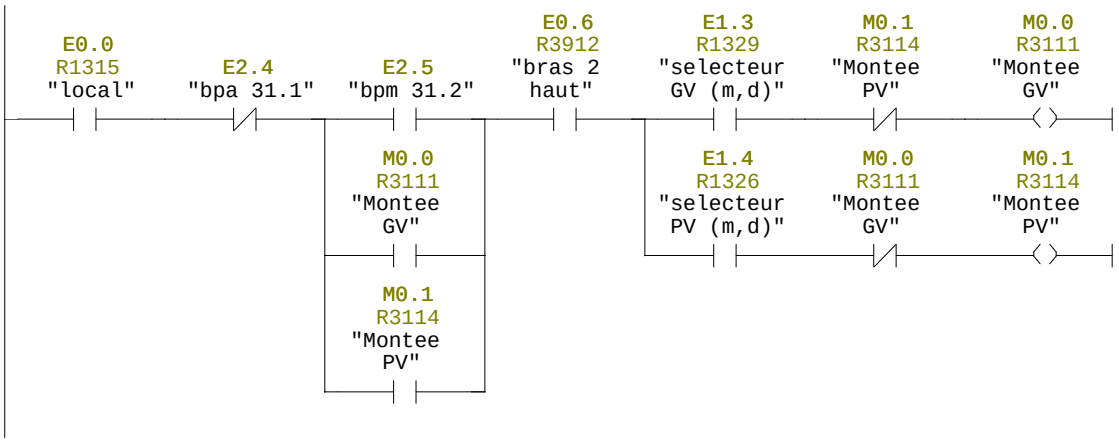
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 20/09/2018 17:13:11
Interface : 06/08/2018 10:24:25
Longueur (bloc/code /données locales) : 00222 00126 00002

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

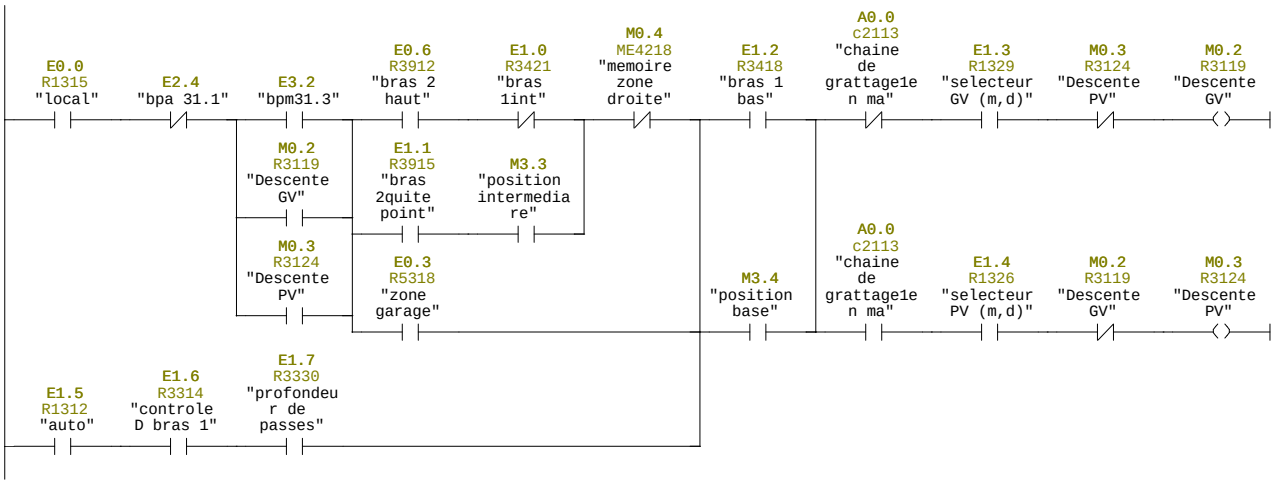
Bloc : FC2

treuil bras primaire

Réseau : 1 R3111



Réseau : 2 R3119



FC1 - <hors ligne>

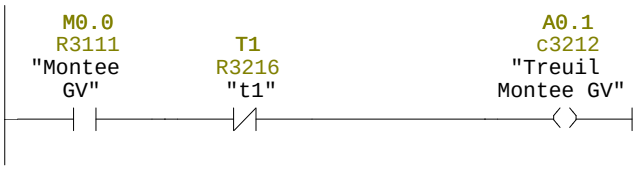
"temporisation" temporisation
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 06/08/2018 10:23:42
Interface : 01/08/2018 13:56:05
Longueur (bloc/code /données locales) : 00196 00090 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

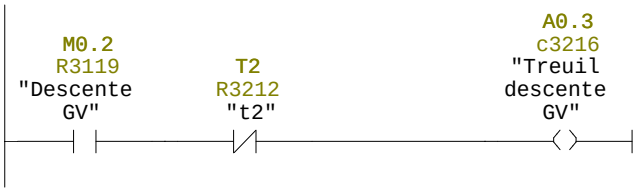
Bloc : FC1

treui bras primaire

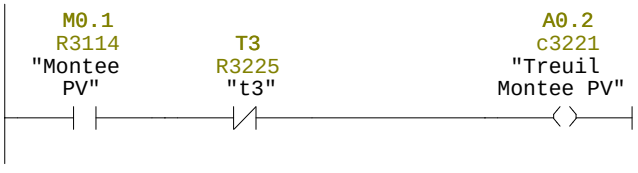
Réseau : 1 c3212



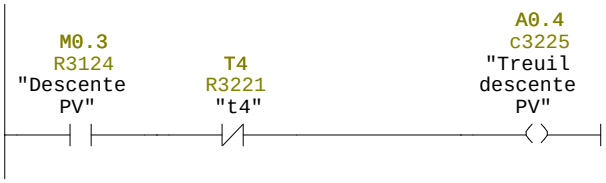
Réseau : 2 c3216



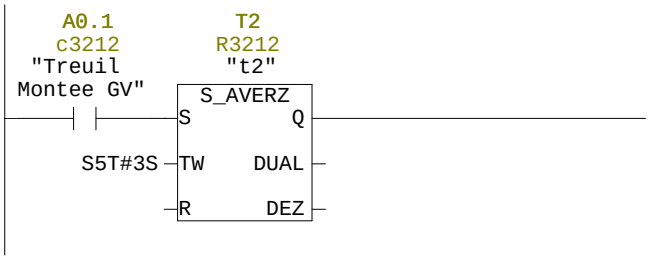
Réseau : 3 c3221



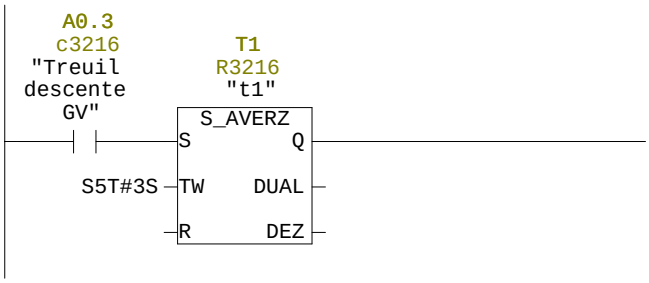
Réseau : 4 c3225



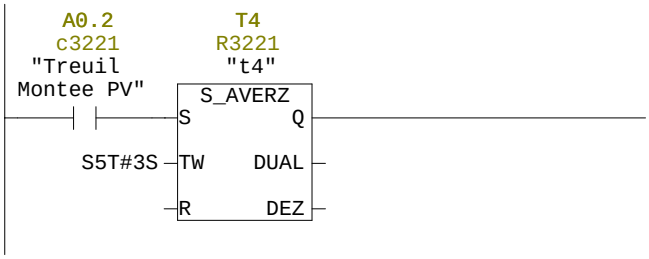
Réseau : 5 R3212



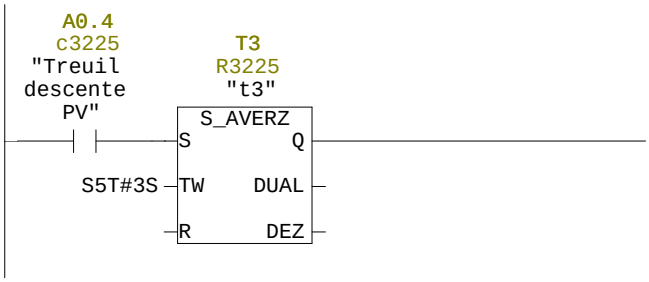
Réseau : 6 R3216



Réseau : 7 R3221



Réseau : 8 R3225



FC9 - <hors ligne>

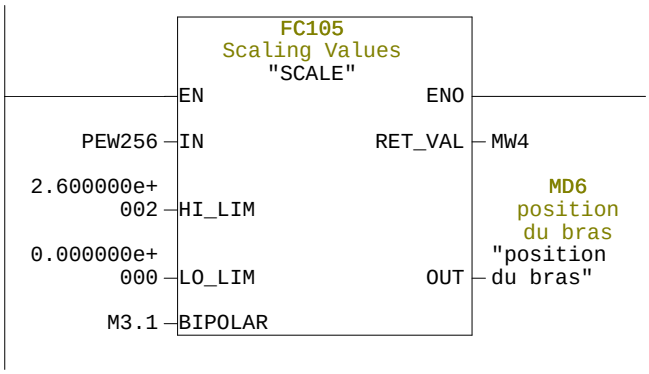
"niveau du treil" niveau du treil
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 17/09/2018 14:16:27
Interface : 17/09/2018 13:45:17
Longueur (bloc/code /données locales) : 00200 00102 00010

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

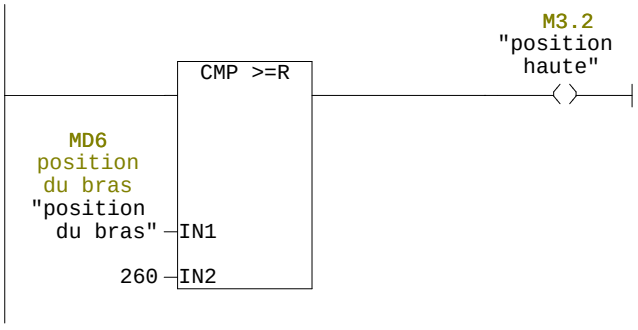
Bloc : FC9

niveux de treuil

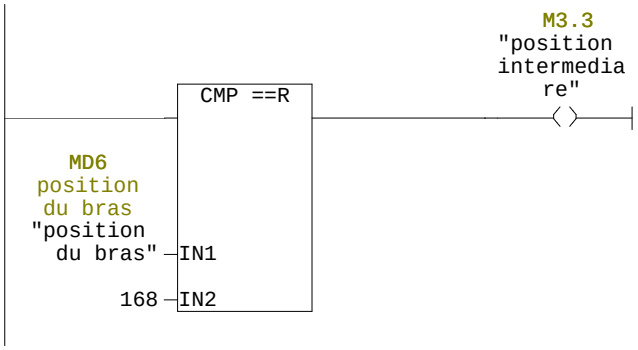
Réseau : 1



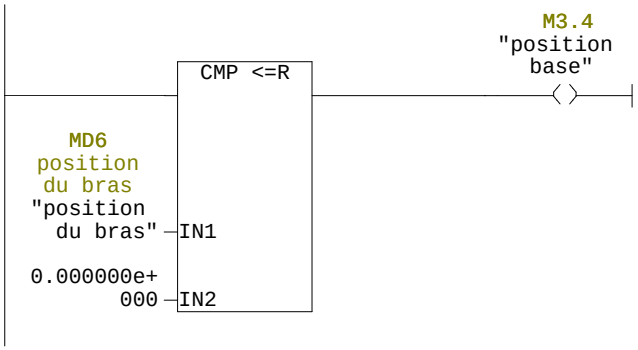
Réseau : 2



Réseau : 3



Réseau : 4



FC3 - <hors ligne>

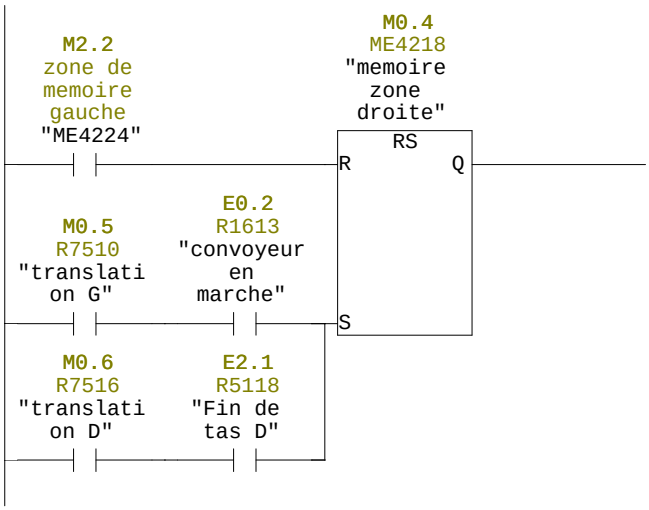
"memoire zone1" memoire zone
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 07/08/2018 11:36:35
Interface : 06/08/2018 14:11:55
Longueur (bloc/code /données locales) : 00140 00046 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

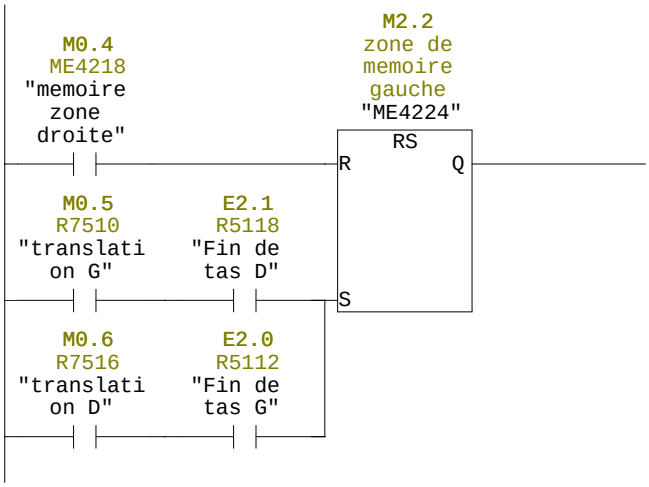
Bloc : FC3

memoire zone

Réseau : 1 ME4218



Réseau : 2 zone de memoire gauche



FC4 - <hors ligne>

"autorisation de passer e" autorisation de passer en automatique

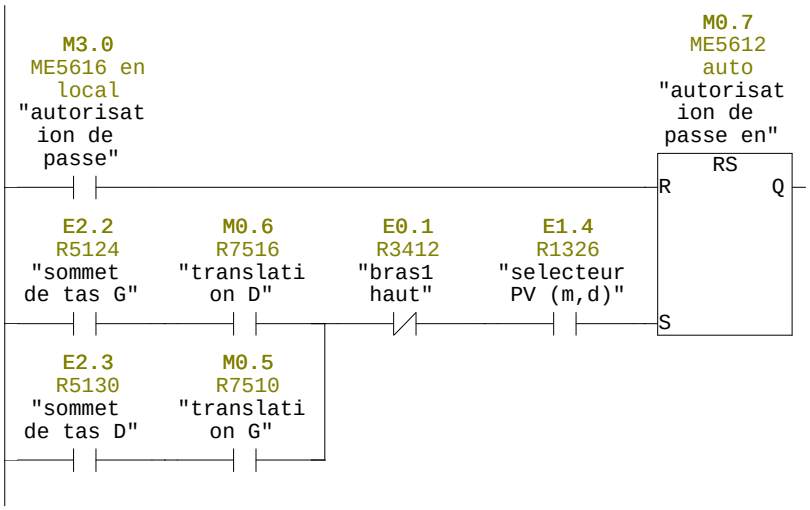
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 19/09/2018 21:51:42
Interface : 06/08/2018 14:20:18
Longueur (bloc/code /données locales) : 00146 00052 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

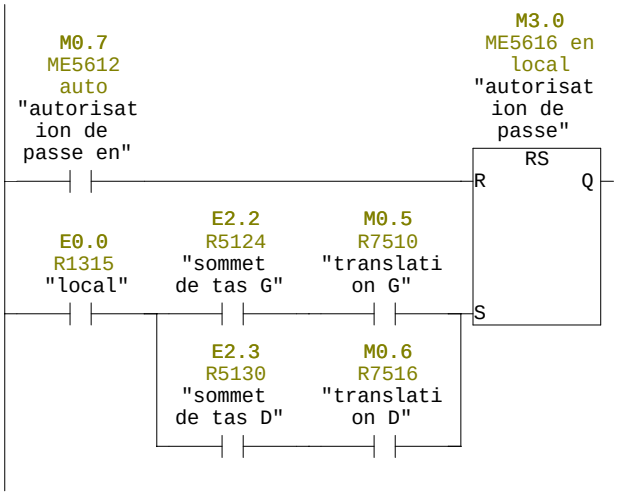
Bloc : FC4

autorisation de passer en automatique

Réseau : 1 ME5612 auto



Réseau : 2 ME5616 en local



FC5 - <hors ligne>

"tr memoire sens demarche" tr memoire sens demarche

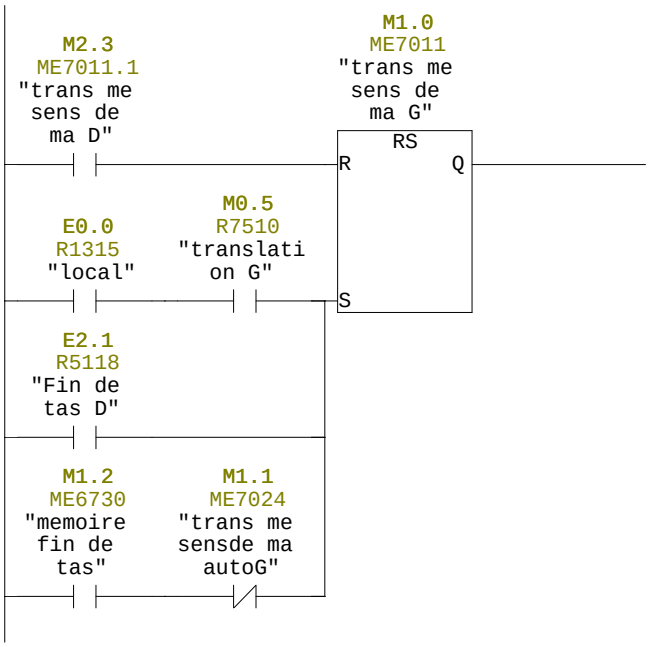
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 09/08/2018 11:01:53
Interface : 06/08/2018 14:29:44
Longueur (bloc/code /données locales) : 00168 00070 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

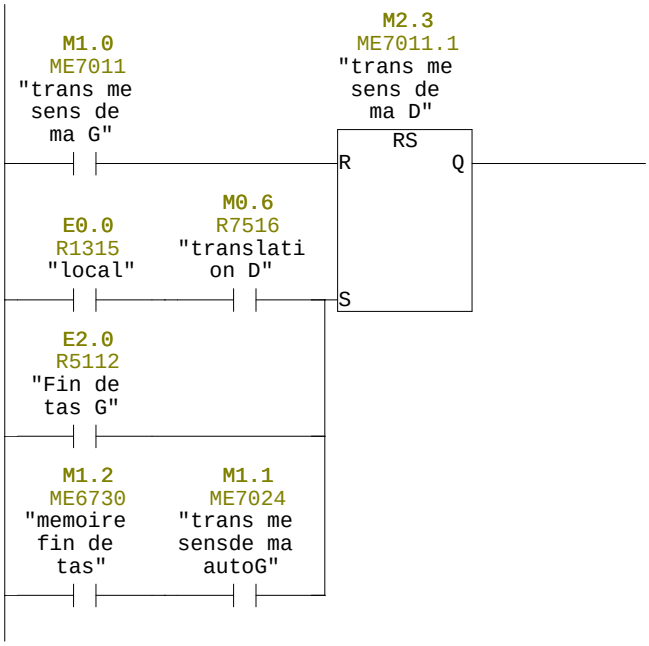
Bloc : FC5

translation memoire sens de marche

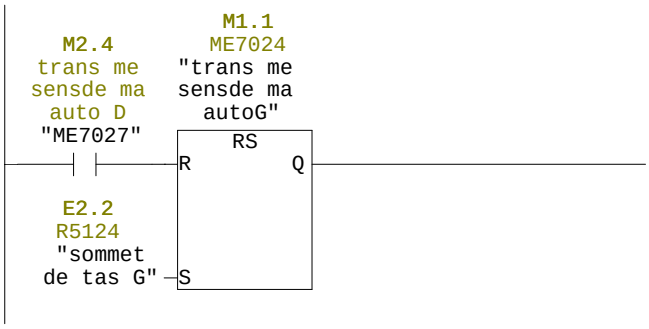
Réseau : 1 ME7011



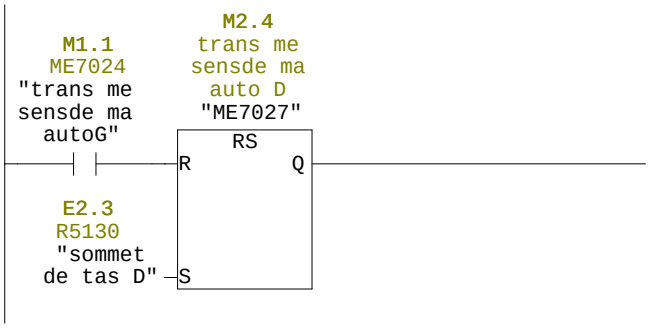
Réseau : 2 ME7011.1



Réseau : 3 ME7024



Réseau : 4 ME7024



FC6 - <hors ligne>

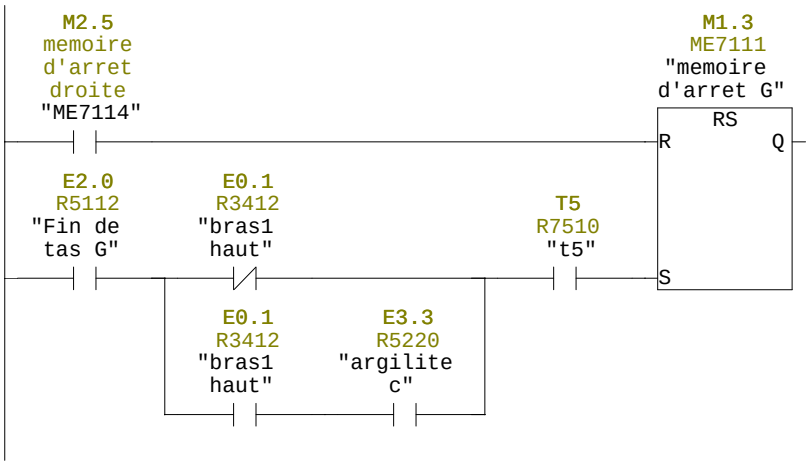
"Memoire D'arret" Memoire D'arret
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 09/08/2018 17:21:02
Interface : 06/08/2018 14:40:53
Longueur (bloc/code /données locales) : 00244 00142 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

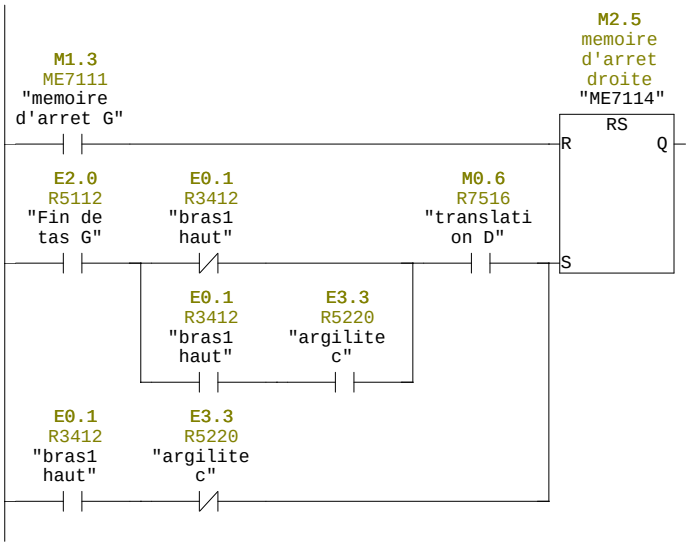
Bloc : FC6

memoire d'arret

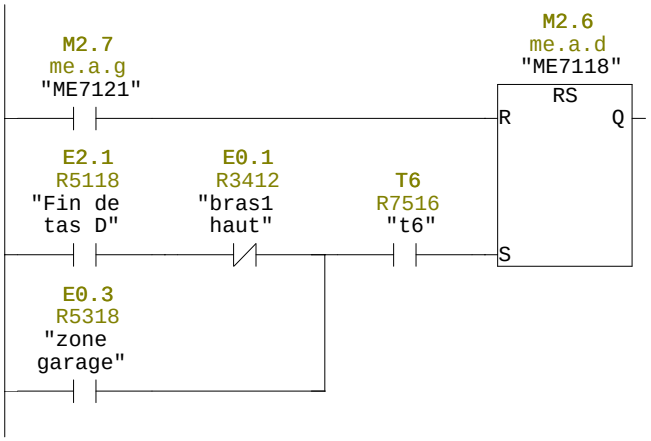
Réseau : 1 ME7111



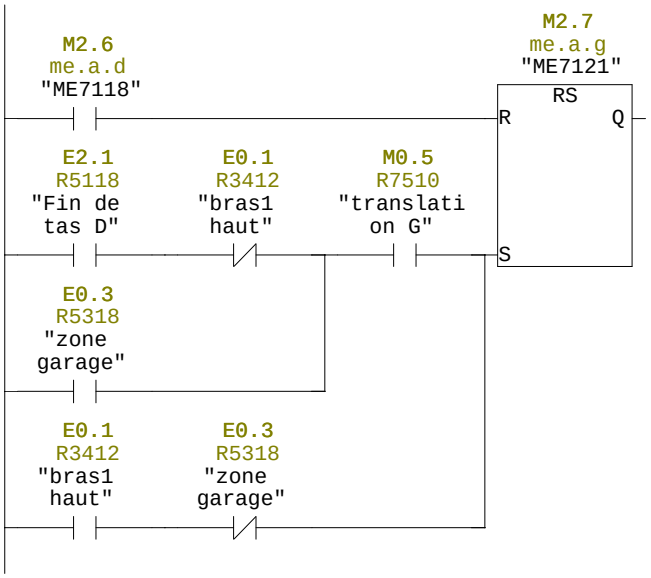
Réseau : 2 memoire d'arret droite



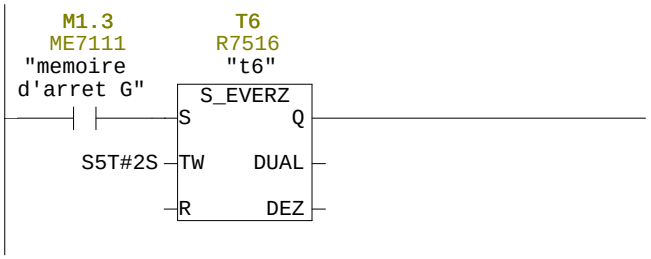
Réseau : 3



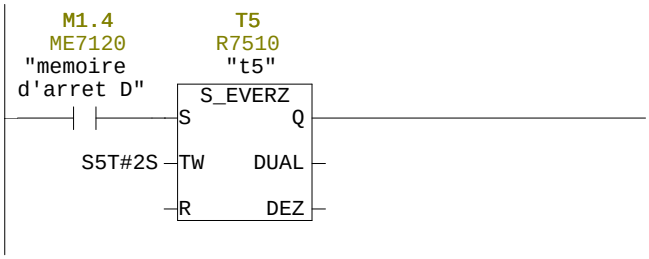
Réseau : 4 me.a.g



Réseau : 5



Réseau : 6 R7510



FC7 - <hors ligne>

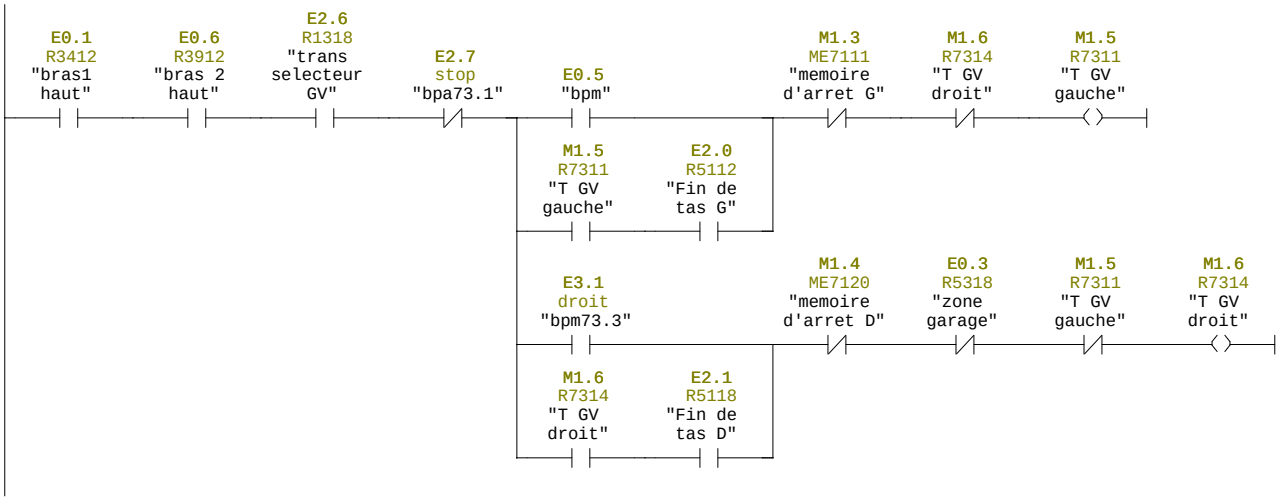
"translation 1" translation 1
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 07/08/2018 12:08:36
Interface : 06/08/2018 14:42:49
Longueur (bloc/code /données locales) : 00270 00174 00002

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

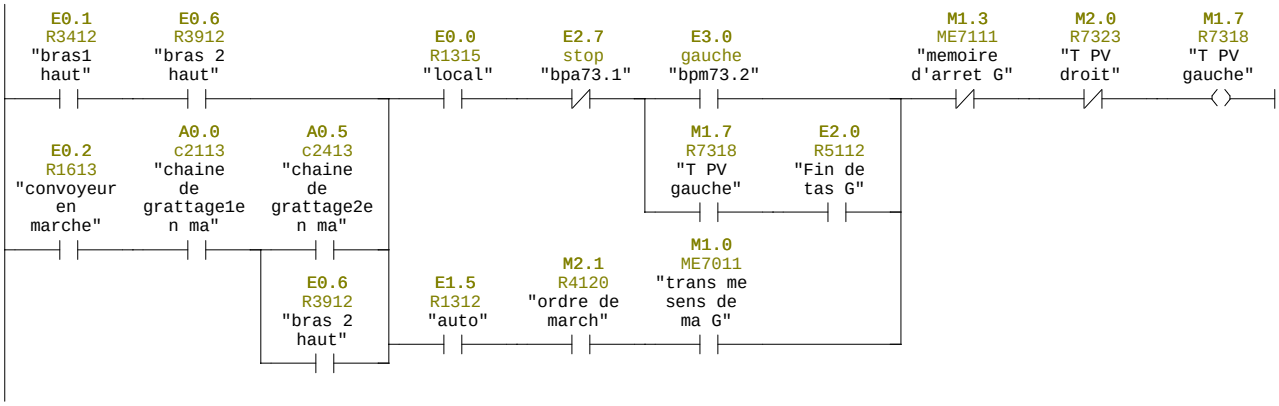
Bloc : FC7

grande vitesse a guache adroite

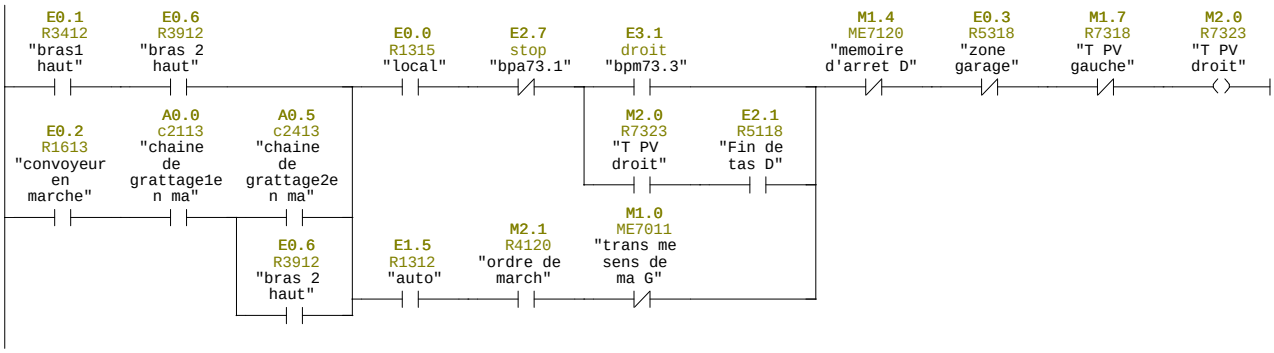
Réseau : 1 R7311



Réseau : 2



Réseau : 3 R7323



FC8 - <hors ligne>

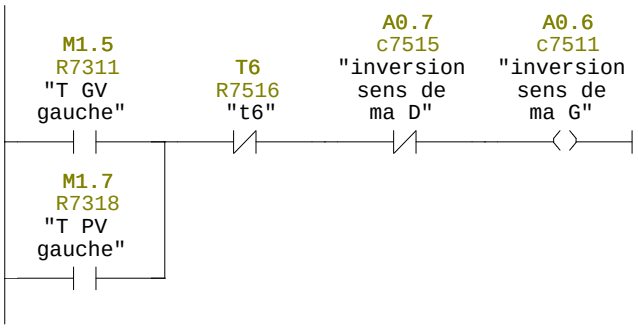
"translation 2" translation 2
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 19/09/2018 21:57:19
Interface : 09/08/2018 17:43:15
Longueur (bloc/code /données locales) : 00188 00086 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

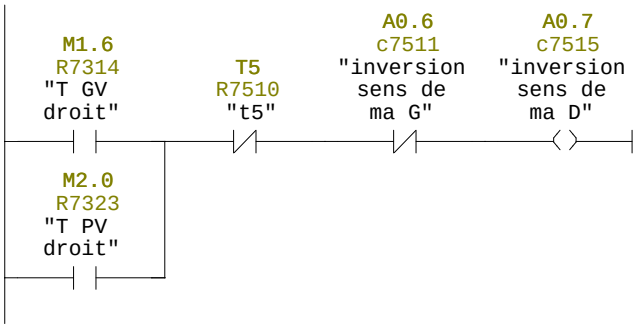
Bloc : FC8

translation inversion sens de marche

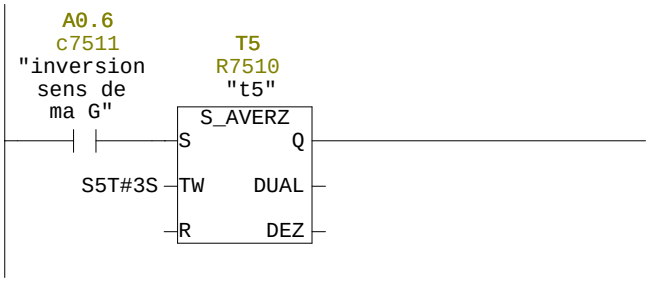
Réseau : 1 c7511



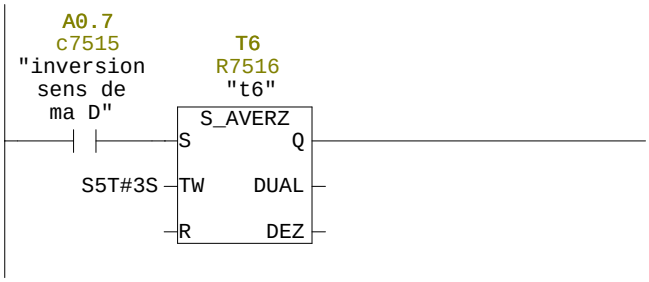
Réseau : 2 c7515



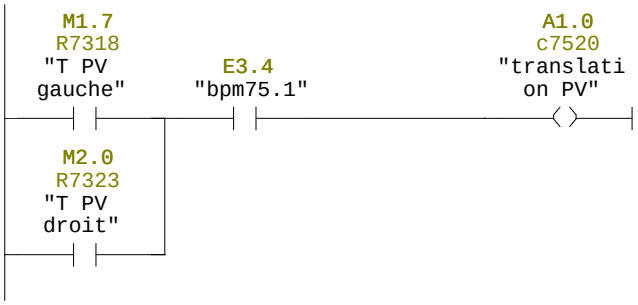
Réseau : 3 R7510



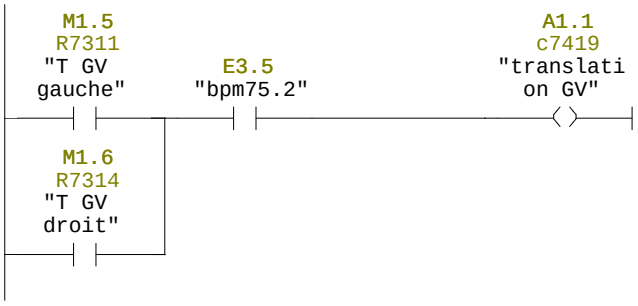
Réseau : 4 R7516



Réseau : 5 c7520



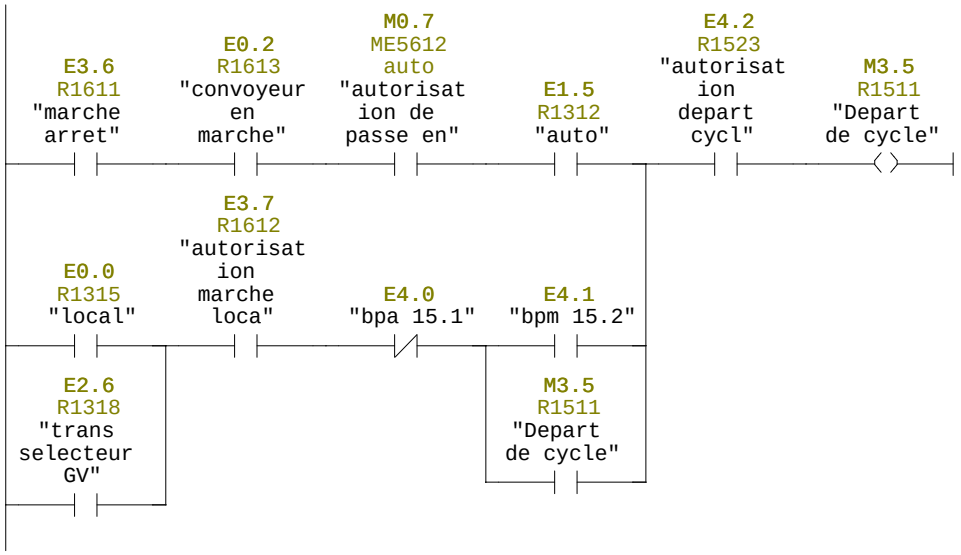
Réseau : 6 c7419



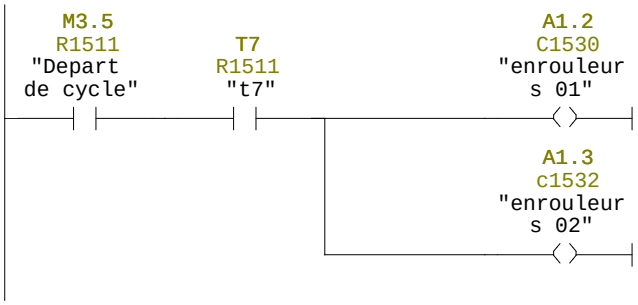
Bloc : FC10

depart de cycle

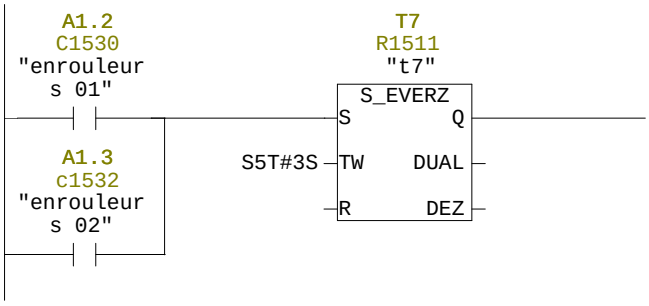
Réseau : 1 R1511



Réseau : 2 C1530



Réseau : 3



Séquence de démarrage du gratteur portique

N^o	action
01	Démarrage Moteur levage rapide flèche MTR30.1 (c3212 G, c3216 D)
02	Démarrage Moteur enrouleur01 de câble de puissance C1530
03	Démarrage Moteur enrouleur02 de câble de commande c1532
04	Démarrage Chaine de grattage c2113
05	Démarrage Pompe de graissage chaine
06	Démarrage Moteur principal de translation lenteMTR90.1 c7520
07	Démarrage Moteur principal de translation rapideMTR90.2 c7419
08	Démarrage Moteur levage lent flèche MTR30.2 (c3221 G, c3225 D)

Séquence d'arrêt du gratteur portique

N^o	action
01	Arrêt Moteur levage rapide flèche MTR30.1 (c3212, c3216)
02	Arrêt Moteur enrouleur01 de câble de puissance C1530
03	Arrêt Moteur enrouleur02 de câble de commande c1532
04	Arrêt Chaine de grattage c2113
05	Arrêt Pompe de graissage chaine
06	Arrêt Moteur principal de translation lenteMTR90.1 c7520
07	Arrêt Moteur principal de translation rapideMTR90.2 c7419
08	Arrêt Moteur levage lent flèche MTR30.2 (c3221, c3225)

III.4 CONCLUSION

Dans ce chapitre, un aperçu sur l'utilisation du logiciel S7-PLCSIM est présenté ce qui a permis de tester le programme élaboré dans le STEP7.

La traduction du GRAFCET qui représente le fonctionnement du gratteur portique sur le logiciel S7-PLCSIM permet de tester le bon fonctionnement de système avant de passer à la réalisation pratique.

En plus, les résultats de la simulation ont montrés que le cahier de charge du gratteur portique est satisfaire.

III.4 CONCLUSION

Dans ce chapitre, un aperçu sur l'utilisation du logiciel S7-PLCSIM est présenté ce qui a permis de tester le programme élaboré dans le STEP7.

La traduction du GRAFCET qui représente le fonctionnement du gratteur portique sur le logiciel S7-PLCSIM permet de tester le bon fonctionnement de système avant de passer a la réalisation pratique. En plus, les résultats de la simulation ont montrés que le cahier de charge du gratteur portique est satisfaire.

Conculsion Géneral

Conclusion Générale

Le but de ce mémoire est d'élaboration une solution à base d'un API, en remplacement de l'installation actuelle qui présente plusieurs inconvénients par une nouvelle technologie plus récente et plus fiable en qui présentant l'automate SIMATIC S7-300.

La réalisation de ce projet au sein de la société SCSEG, nous a permis de connaitre de près la démarche de résolution des problèmes, surtout dans un projet aussi complexe que la mise en œuvre d'une unité industrielle et d'apprendre les rudiments d'une communication hiérarchique et d'une transmission d'informations efficaces et selon les procédures adéquates.

Aux termes de l'analyse, il s'avère que le gratteur portique présente des problèmes qui peuvent être réglés. On cite :

- Les organes de commande de technologie ancienne et la commande est complètement manuelle,
- Le pupitre de commande est dans un état avancé de dégradation,
- Seule la chaine primaire fonctionne.
- La disparition d'un bon nombre de parties (Sheet mannt),

En tenant compte des limites de l'existant, il s'impose à nous, de trouver des moyens techniques pour palier à ces limites. Ce qui résume par l'automatiser le gratteur à l'aide d'un automate SIMATIC S7-300 qui permet de tester le bon fonctionnement de système avant de passer à la réalisation pratique.

Le logiciel de programmation STEP7 qui fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC, constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate S7 – 300. Enfin, Les résultats de la simulation ont montrés que le cahier de charge du gratteur portique est satisfaire.

Bibliographie

Bibliographie

[1] M. LAHDIRI, "processus de fabrication du ciment ", polycop Centre de Formation de l'industrie du Ciment (SFIC), 09/2010

[2] F. L.Smidth (Cimentrie BOUIRA), "Gratteur Portique VP2-120/23",1981

[3] H. Lecocq, "automates programmables; caractéristiques et méthodologie de programmation", 2005.

[4] FASCO, "électrovanne s.n. scg238c016 ":, 2005

[5] A. Abriche, S. Belkas, " réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automates programmables industriels siemens" , mémoire du projet de fin d'étude , école nationale polytechnique, 2007.

[6] M. Tebane, F. Tekfa,"Automatisation d'une chaudière LOOS par us AP S7-300 de complexe cevital" , université abderrahmane mira (bejaia),2012.

[7] Siemens, "appareils de terrain pour l'automatisation des processus", sitrans, 2005.

[8] K. Amayas, S. ARAB, " automatisation de la pompe doseuse d'aromes de la machine ERCALL à l'aide du logiciel STEP7 à Danone Djurdjura spa " , université abderrahmane mira (bejaia),2014.

[9] D. René, H. alla, "du grafcet aux réseaux de petri ",2^{éme} édition ,21/11/1992.

[10] B. Reeb, " développement des grafcets-automatismes-niveau b", 2^{éme} édition ellipses, Laboratoire d'automatismes et de production , 15/02/2011.

[11] L. Bergougnoux, " API Automates Programmables Industriels", Polytech Marseille ,département mécanique énergétique, 2 ^{éme} année option S.I.I.C, 2004–2005.

[12] Siemens, Simatic step 7, Simatic s7-300, v5.5, Référencée : a5e00105506-08, édition 02/2013.

[13] A. Reiller, "analyse et maintenance des automatismes industriels", ellipses, Isbn : 978-2-7298-7840-5, 20/03/1999.

[14] A. Djellal, A. Benabdallah, "commande séquentielle et supervision des équipements électromécanique de l'atelier de broyage cru par un api s7-300", mémoire de fin d'études Université Akli Mohand Oulhadj (Bouira) , 2017.

[15] N. Kandi, "automate programmable industriel, langage de programmation", Document de Formation IAP Boumerdes.

[16] T. Rehda, "étude du système d'arrêt d'urgence du sea-line de bejaia ", mémoire de fin D'étude, université M'hamed Bouguara(boumerdes), 2007.

[17] totally integrated automation (T.I.A) , "programmation d'automates avec step7, Commande de programmation de barre en (CONT, LIST, LOG) de step7 et simulation d'automate Avec S7-PLC-SIM " , polycop de formation.

[18] Siemens ," logiciel step7 manuel ", 2004.

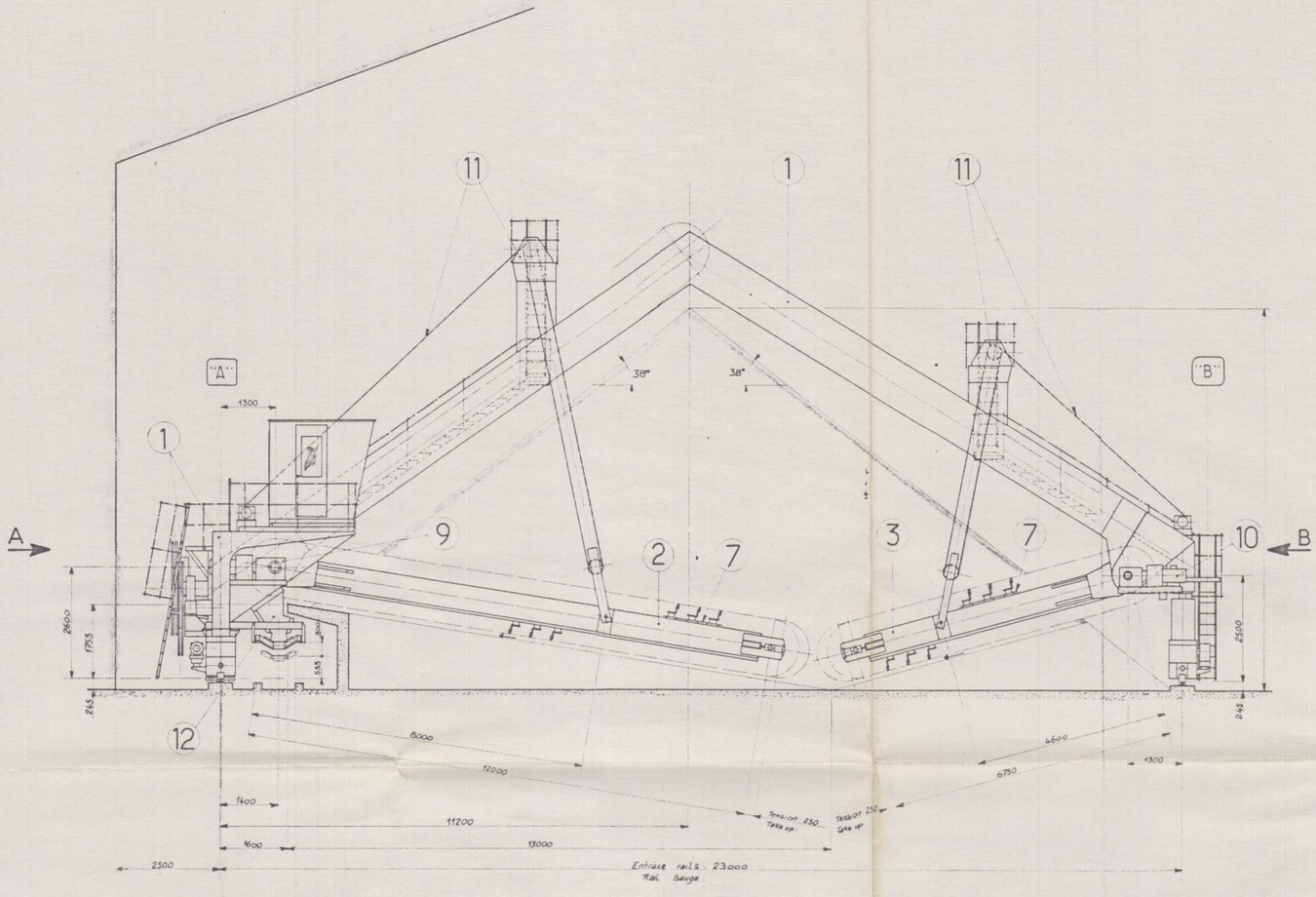
[19] R. Mebarki, "automatisation et supervision d'une section d'huile finie cevital",mémoire de fin d'études , université abderrahmane mira (bejaia) , 2014.

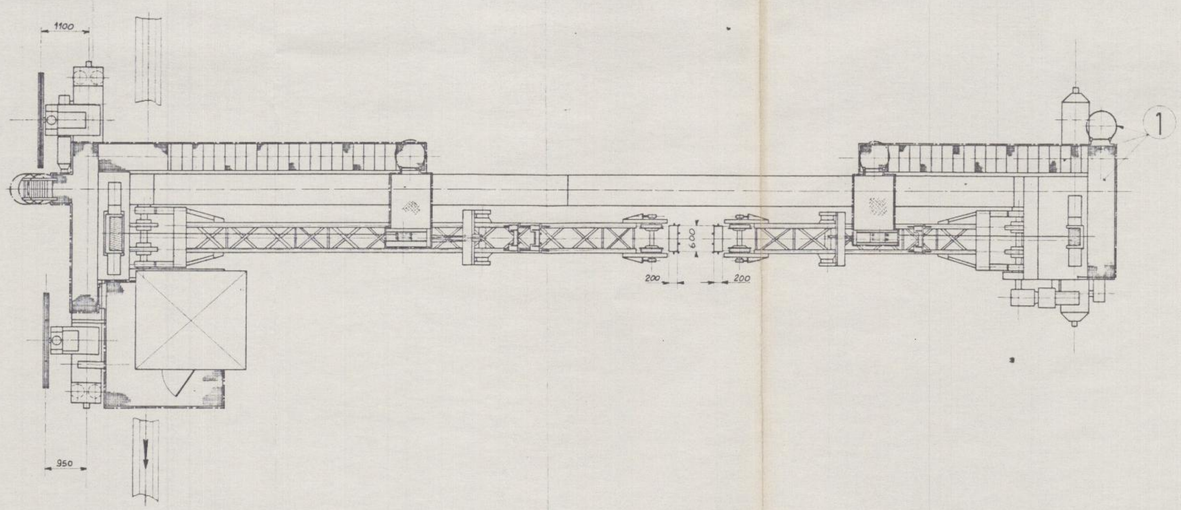
[20] SIEMENS, "SIMATIC Tester les programmes S7 avec S7-PLCSIM ", 2ème édition.2007.

Annexe

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

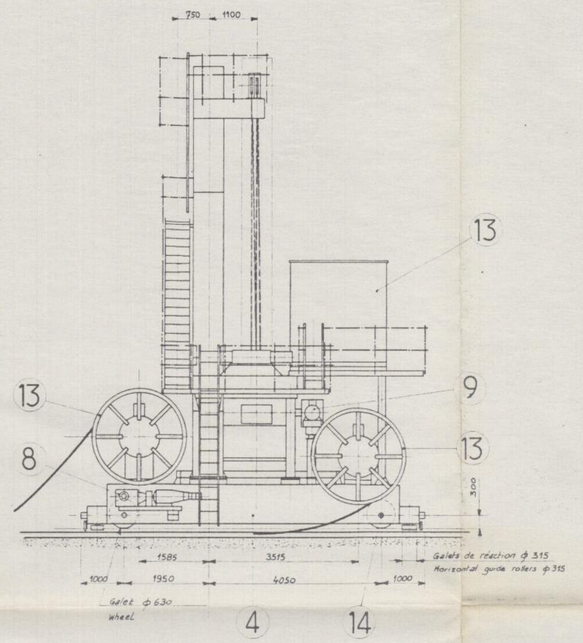
Annexe A





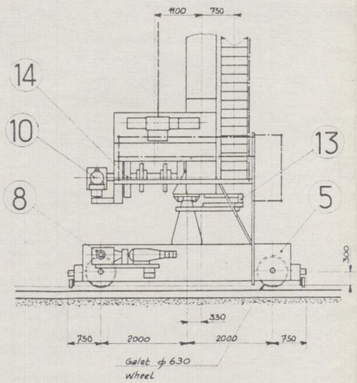
VUE A

VIEW A



VUE B

VIEW B



TECHNICAL FEATURES
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

MATERIAL TO BE HANDLED	CLAY - SAND - IRON ORE ARGILE - GRES - MINERAU DE FER				
APPARENT DENSITY	1,4 T/M³				
GRAIN SIZE	0-80 mm.				
RAIL GAUGE	23 m.				
HANDLING CAPACITY	120 T/h.				
SPEED WORKING	1,9 m/mn	MOTOR	0,61 Kw	150 Rpm	SCRAPER
SPEED TRAVELLING	16,6 m/mn	MOTOR	4 Kw	1410 Rpm	
SCRAPING CHAIN SPEED	0,7 m/s	MOTOR	22 Kw	1500 Rpm	MAIN HOISTING WINCH
BREAKING LOAD OF CHAIN	35 T.				
WIRE ROPE HOIST MAIN HOISTING SPEED	16 m/mn	MOTOR	5 Kw		
WIRE ROPE HOIST PRECISION HOISTING SPEED	2,6 m/mn	MOTOR	0,83 Kw		
SCRAPING CHAIN SPEED	0,7 m/s	MOTOR	15 Kw	1500 Rpm	MAIN HOISTING WINCH
BREAKING LOAD OF CHAIN	35 T				
WIRE ROPE HOIST MAIN HOISTING SPEED	16 m/mn	MOTOR	5 Kw		
WIRE ROPE HOIST PRECISION HOISTING SPEED	2,6 m/mn	MOTOR	0,83 Kw		

COMME REALISÉ

6.095510

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

GRATTEUR PORTIQUE VP2-120/23.
PORTAL SCRAPER VP2-120/23
ENSEMBLE GENERAL
GENERAL DRAWING

Client
Cde N° 020323
Client

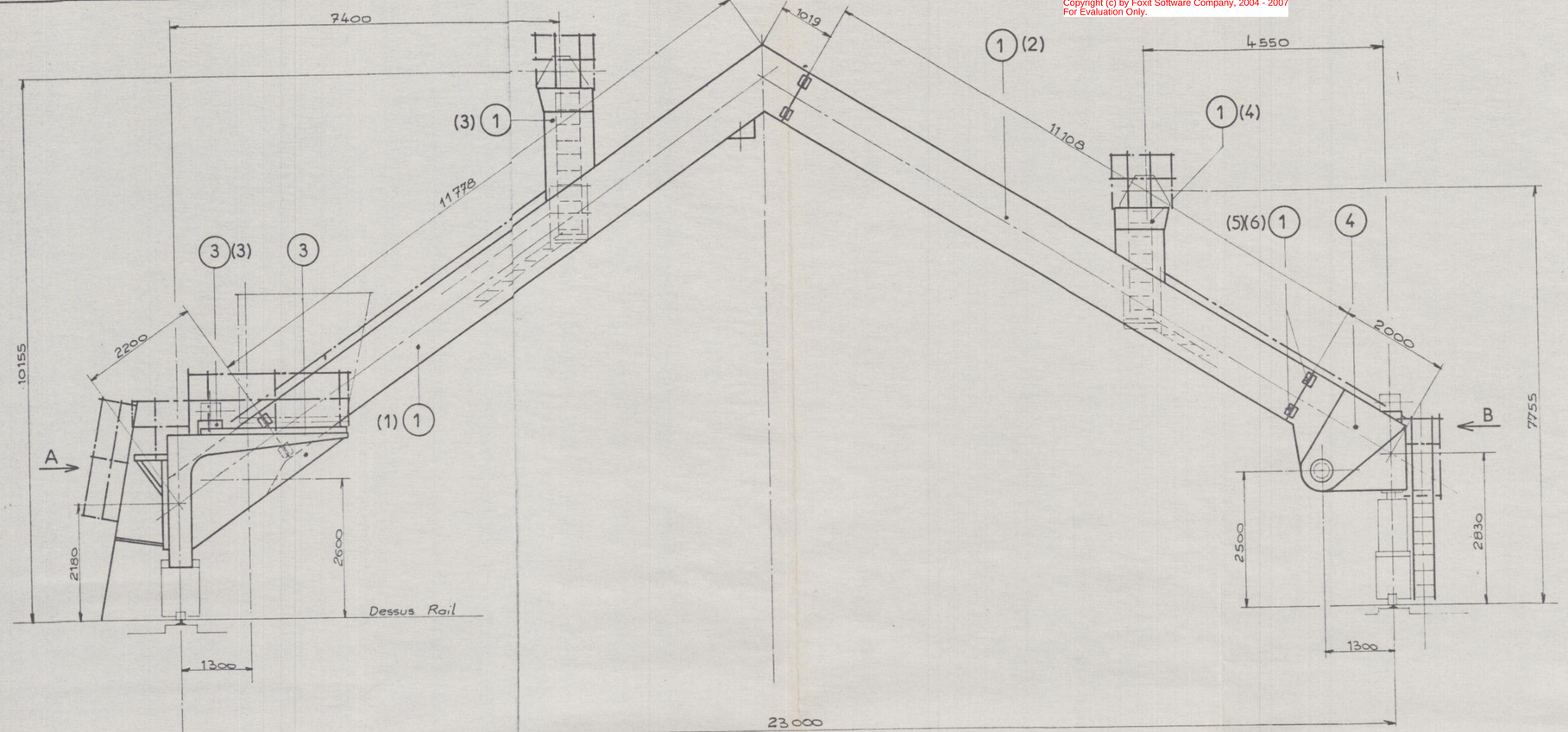
PHB SOMERAL

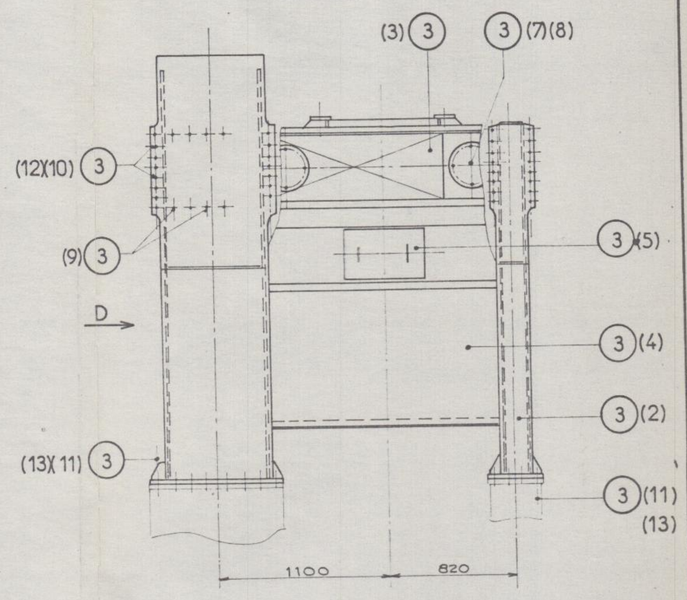
Dessiné par TAUREAU F. le 7-11-1980
Vérifié par MARTIN le 7-11-80
Echelle 1/50
N° 200221

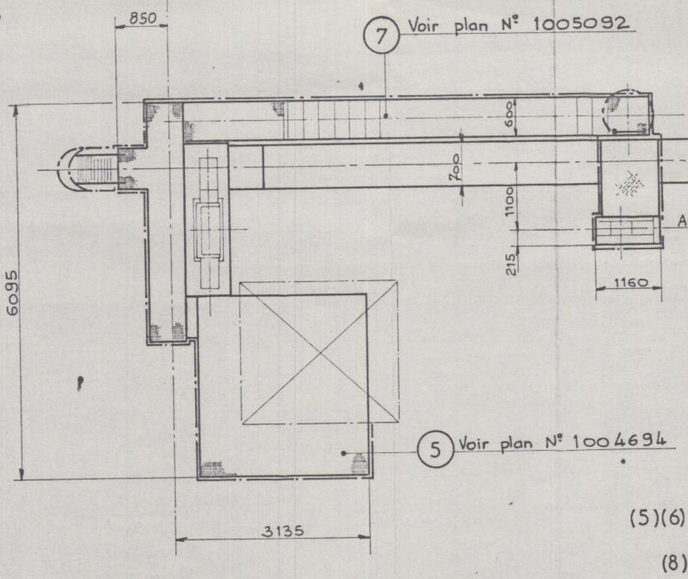
6.095510
MIKRO

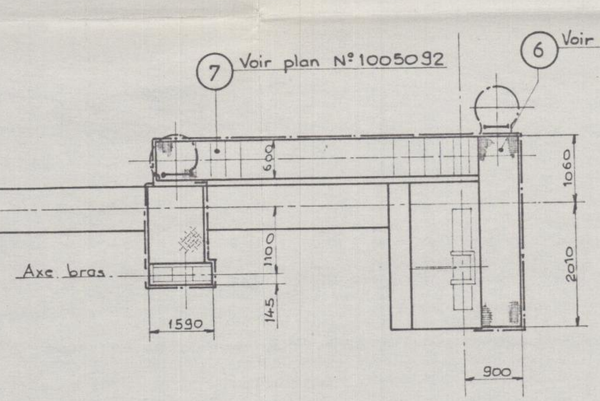
Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

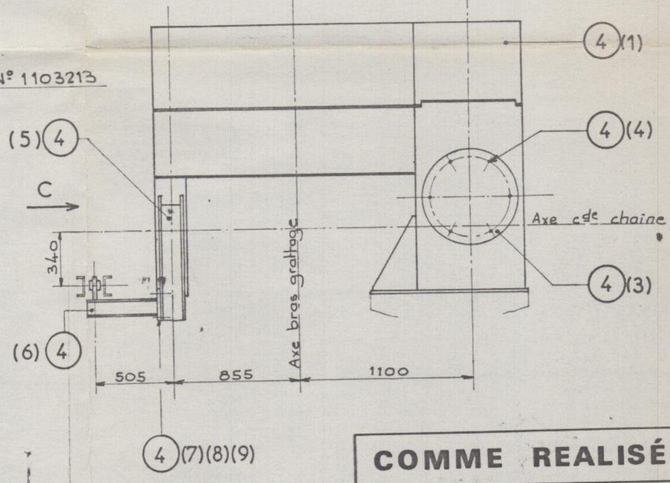
Annexe B

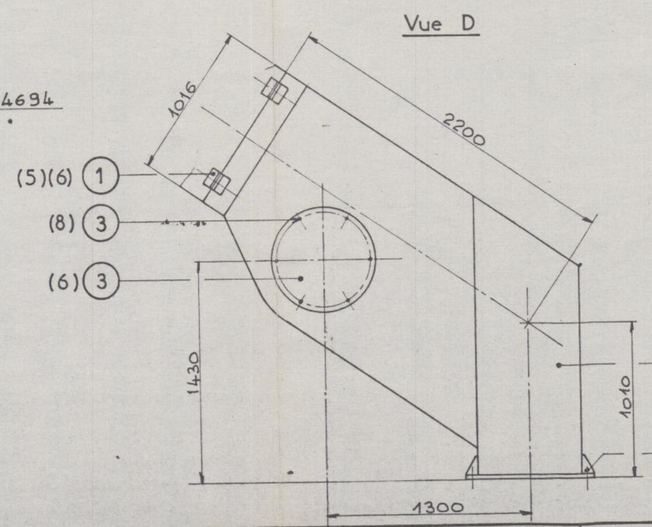


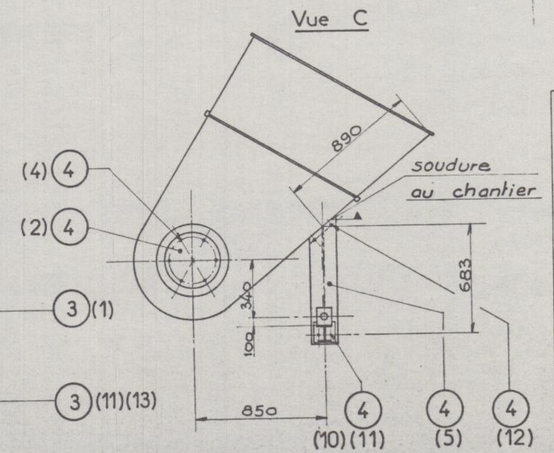












COMME REALISÉ

ITEM 01

6.095511

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

Gratteur portique VP 2 - 120 / 23

Ensemble de montage de la charpente du portique

PHB SOMERAL

Client

Cde N°

Classt

N° 2103674

Dessiné par : Naccari le : 4-12-80

Vérifié par : Ciannarella le : 23.12.80

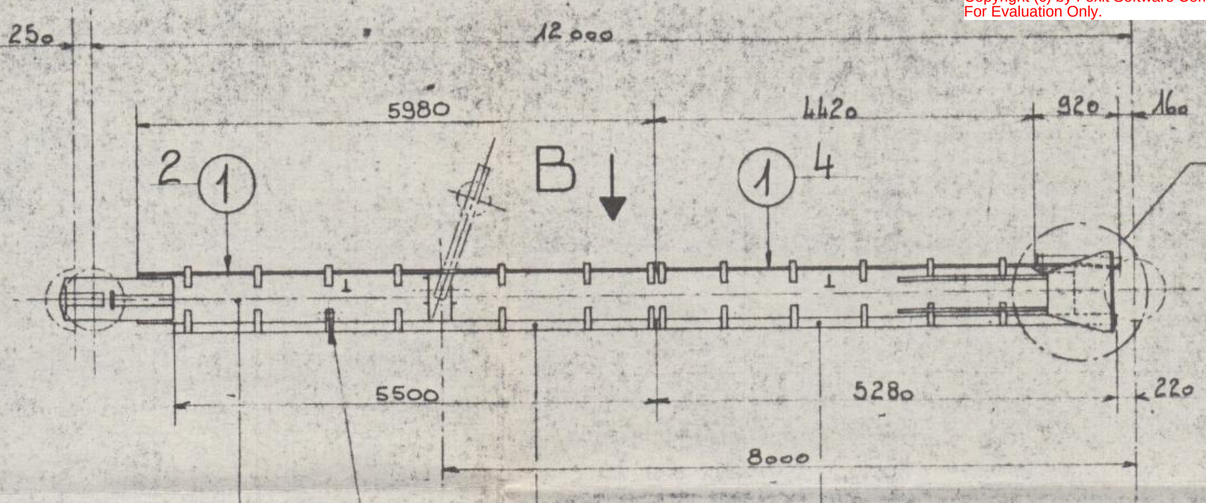
Echelle : 1/50 - 1/20

6.095511 MIKRO

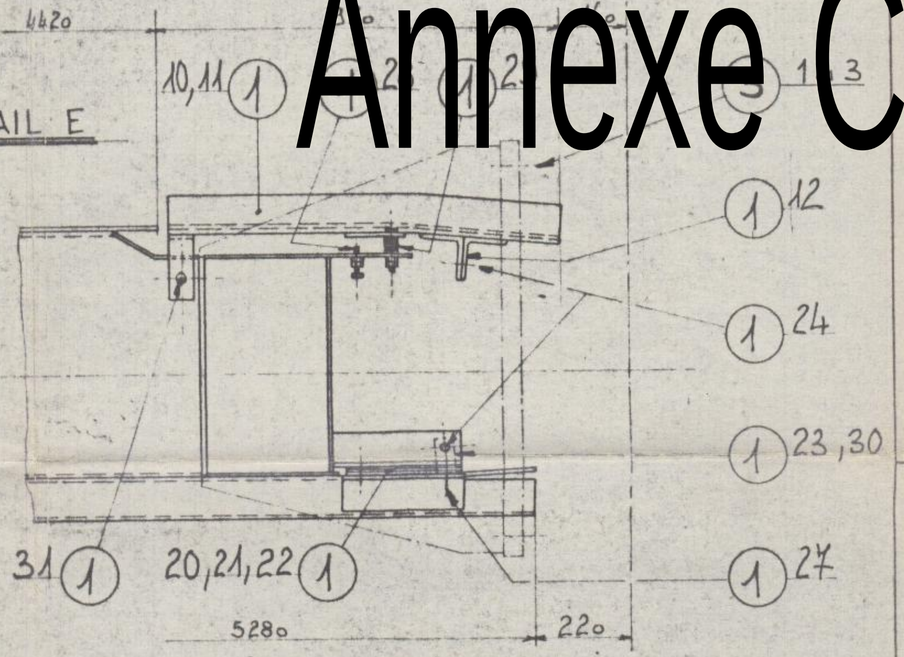
Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

Annexe C

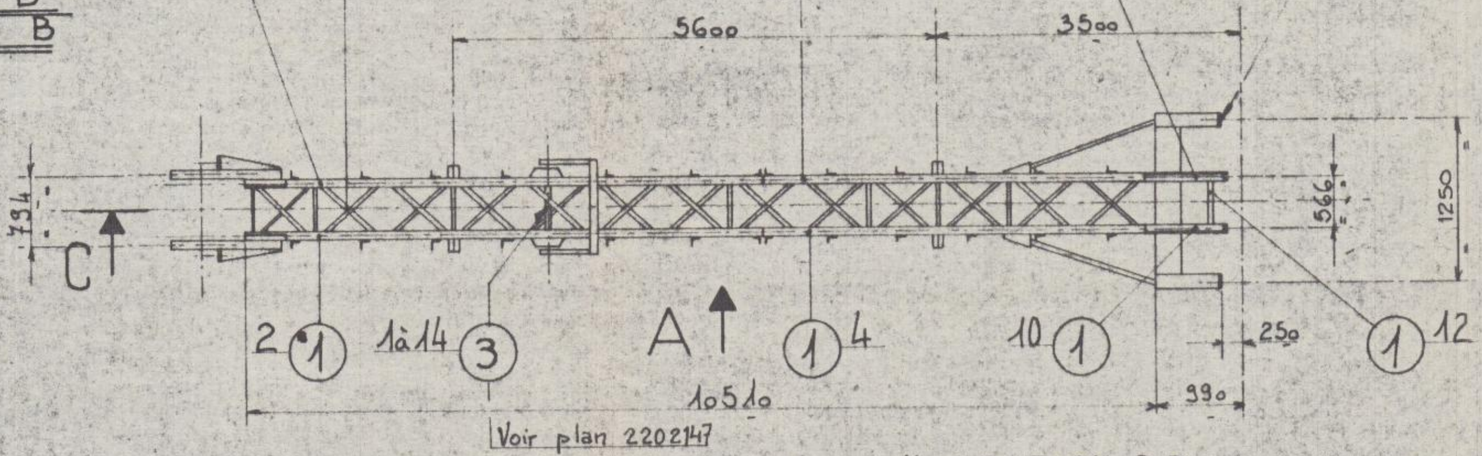
VUE A
VIEW A



DETAIL E

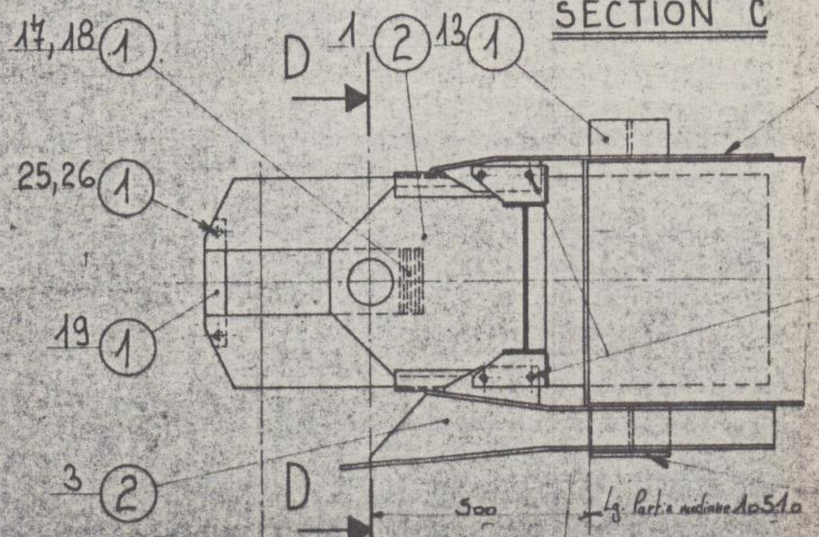


VUE B
VIEW B

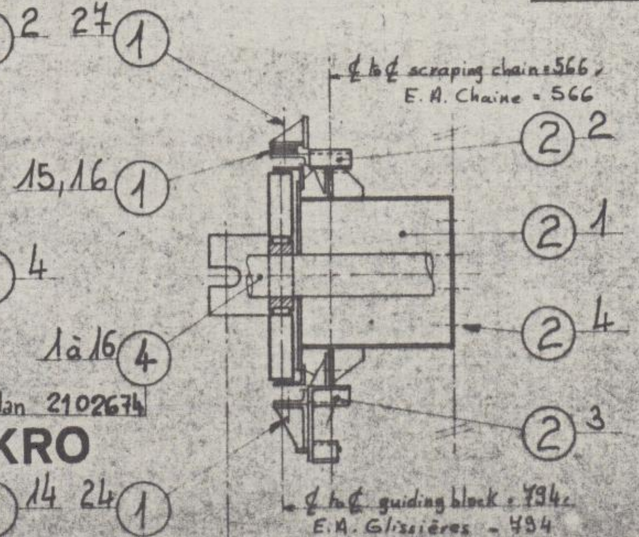


Voir plan 2202147

COUPE C
SECTION C

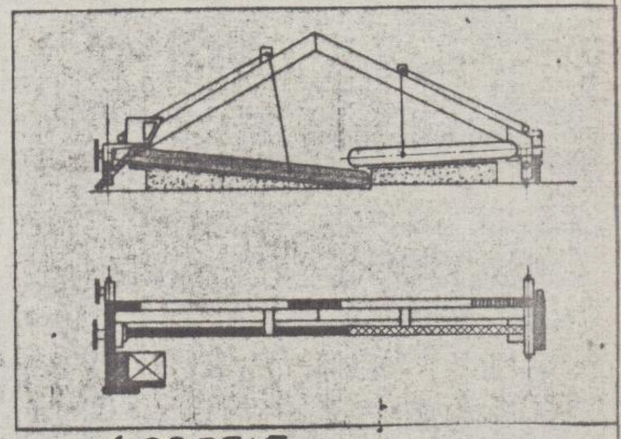


½ SECTION D-D



COUPE D-D

COMME REALISÉ



ITEM 02

6.095515

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

GRATTEUR PORTIQUE VP2-120/23

Bras primaire

ENSEMBLE de MONTAGE

PHB SOMERAL

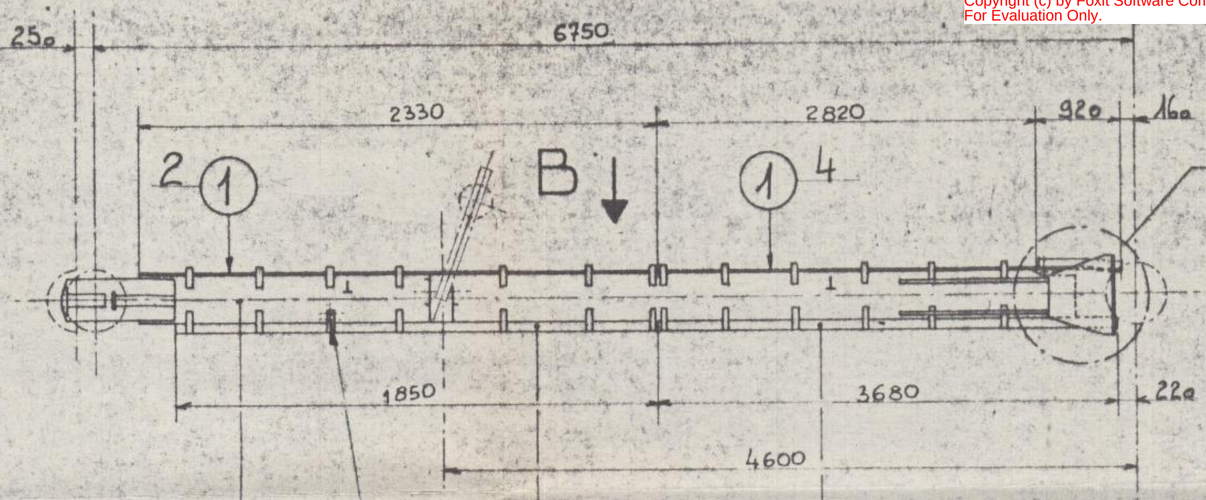
Dessiné par : Naccari	le : 2-12-80	Echelle	1/50 - 1/10
Vérifié par : Ciannarella	le : 12.12.80		

Client
Cde N°
Classe
N° 2203294

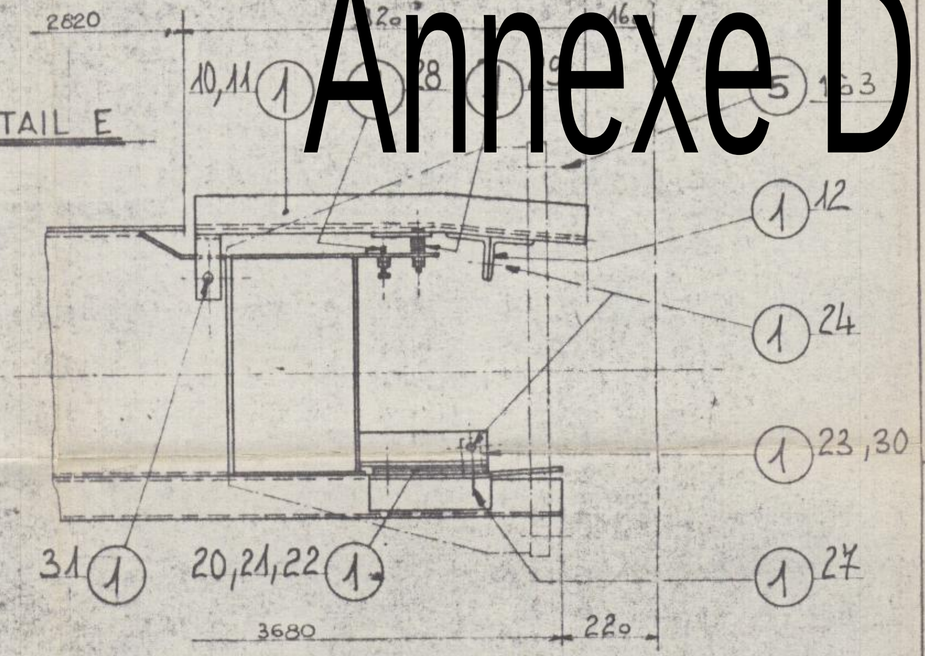
Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

Annexe D

VUE A
VIEW A

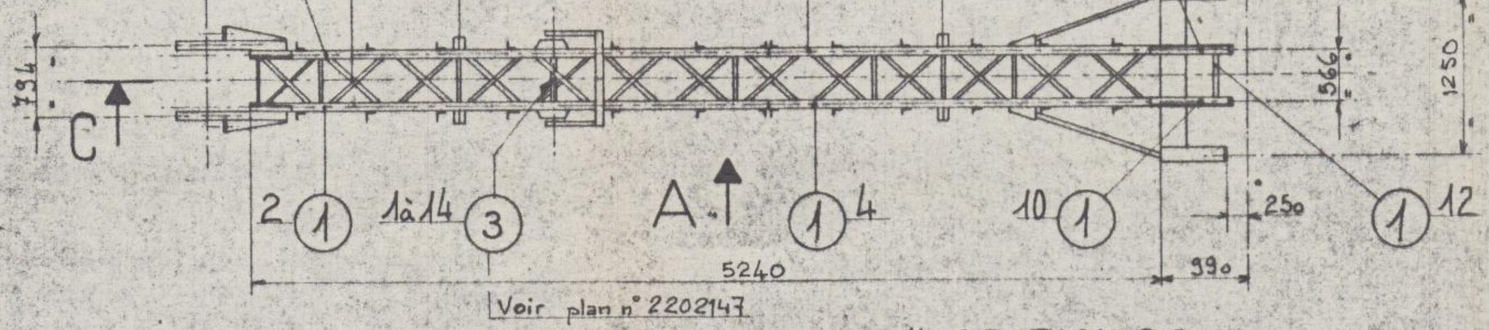


DETAIL E



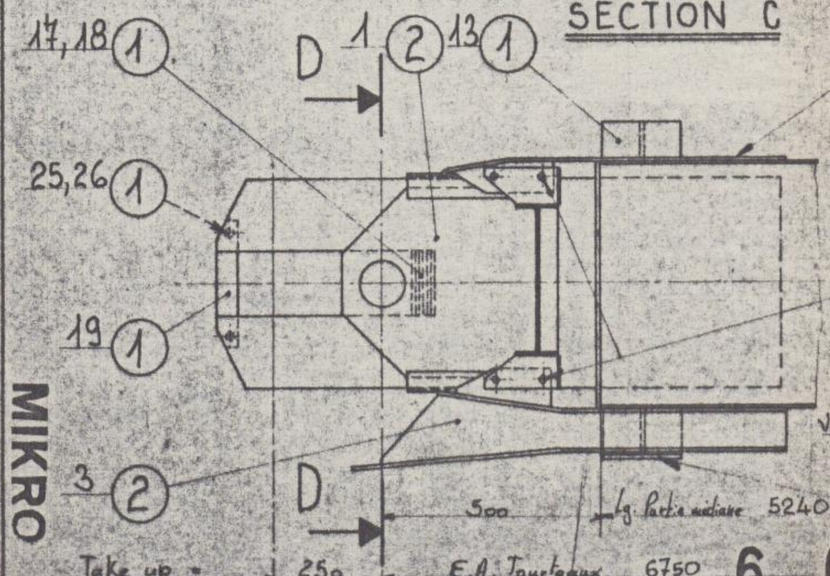
3 1 - 1 1 1 24 1 6,7 1 5 1 8,9 1 11 1 à 3 5

VUE B
VIEW B

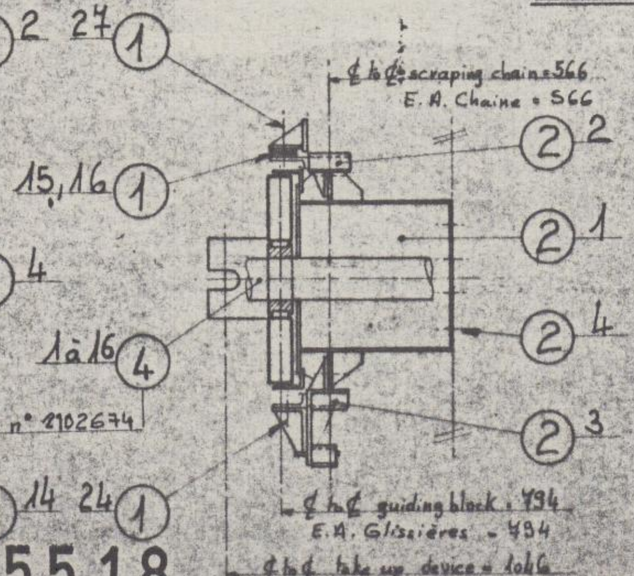


Voir plan n° 2202147

COUPE C
SECTION C

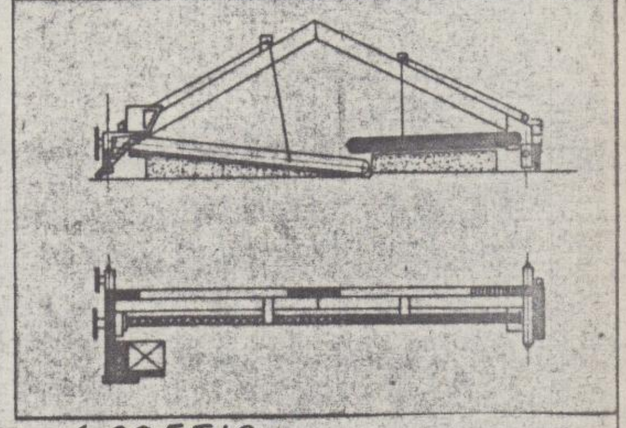


½ SECTION D-D



Voir plan n° 2102674

COUPE D-D



ITEM 03

6.095518

COMME REALISÉ

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

GRATTEUR PORTIQUE VP2 - 120/23
Bras secondaire
ENSEMBLE de MONTAGE

PHB SOMERAL

Dessiné par	Naccari	le : 2.12.80	Echelle
Vérifié par	Ciammarella	le 11.12.80	1/.

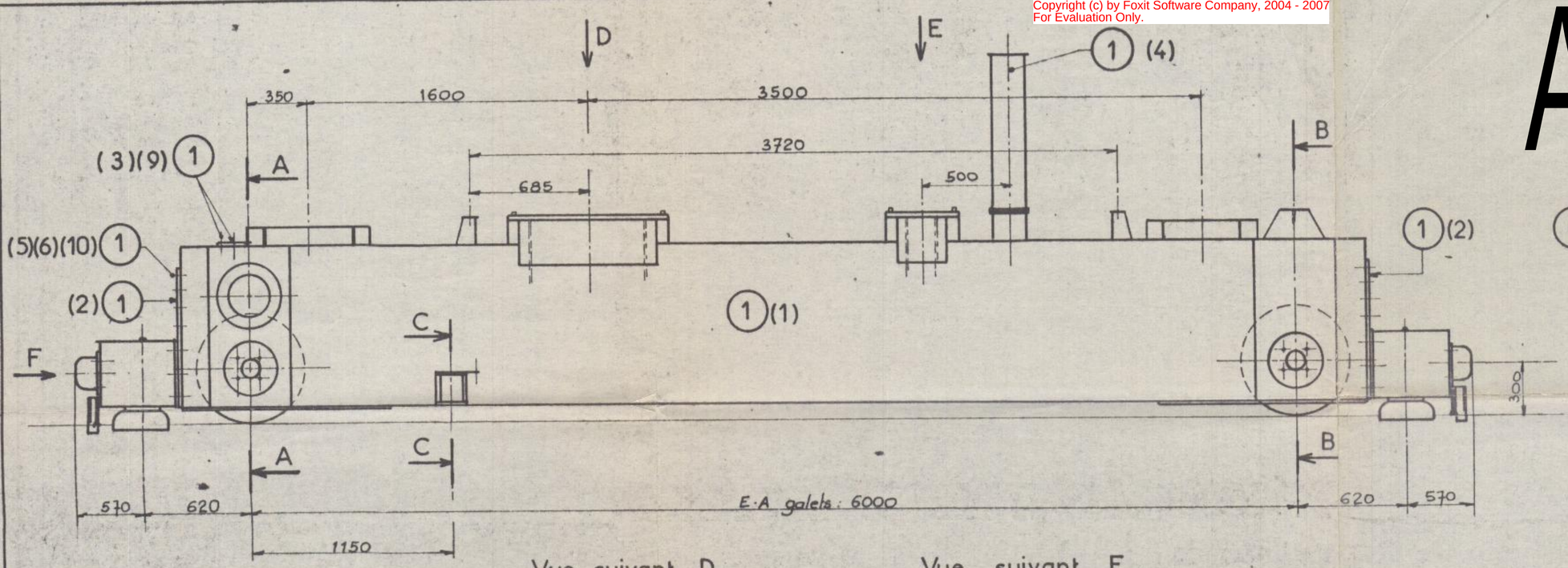
Client
Cde N°
Classe
N° 2203295

MIKRO

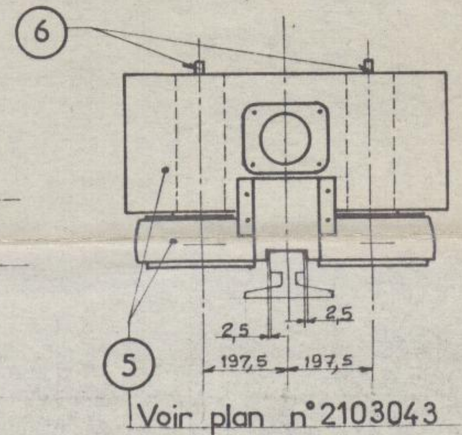
6.095518

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

Annexe E

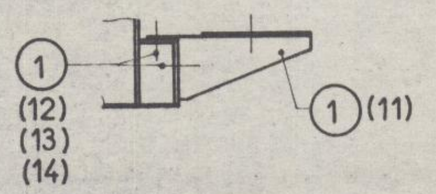


Vue suivant F

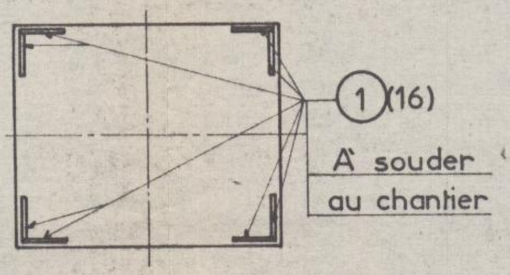


Voir plan n° 2103043

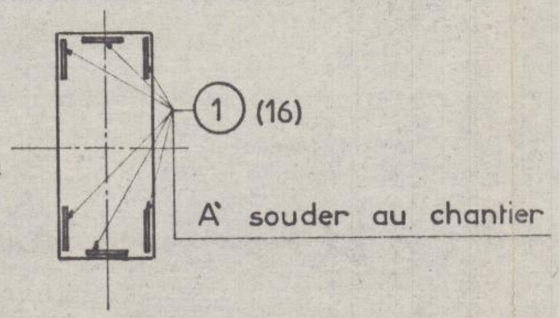
Coupe C-C



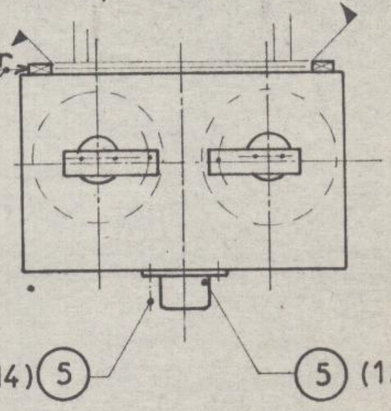
Vue suivant D



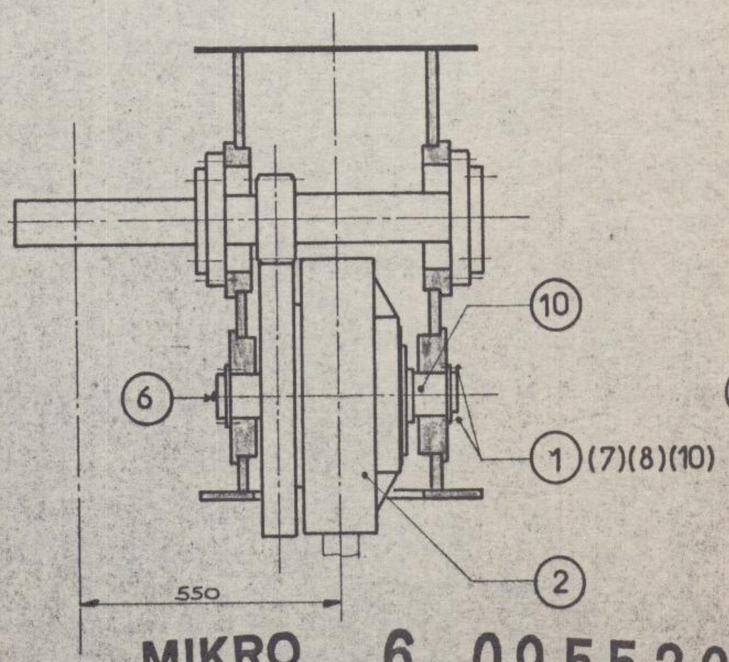
Vue suivant E



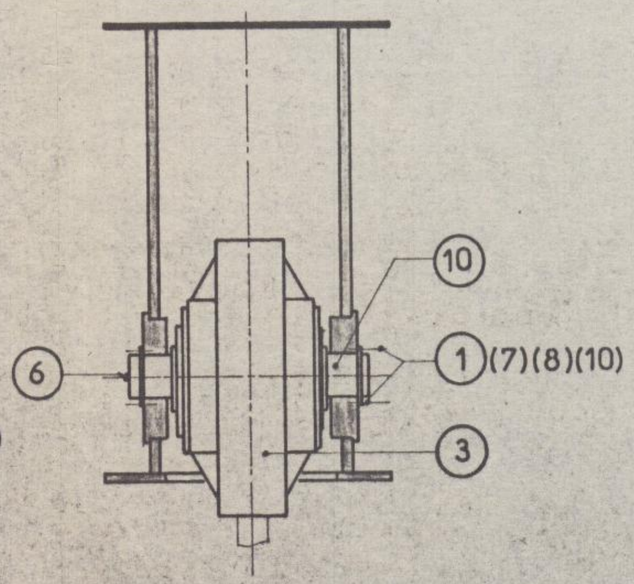
A souder au chantier



Coupe A-A



Coupe B-B



MIKRO 6.095520

ITEM 04 6.095520

COMME REALISÉ

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

Gratteur portique VP 2 - 120 / 23

Ensemble de montage du chariot de translation côté "A"

PHB SOMERAL

Client

Cde N°

Classt

N° 2203335

Dessiné par : Naccari le : 5.12.80

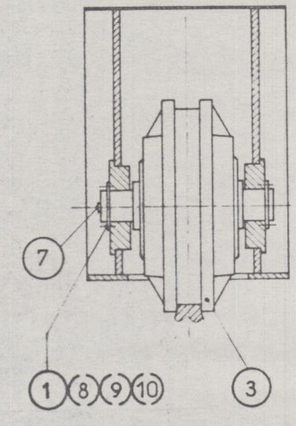
Vérifié par : Ciannarella le : 11.12.80

Echelle : 1/

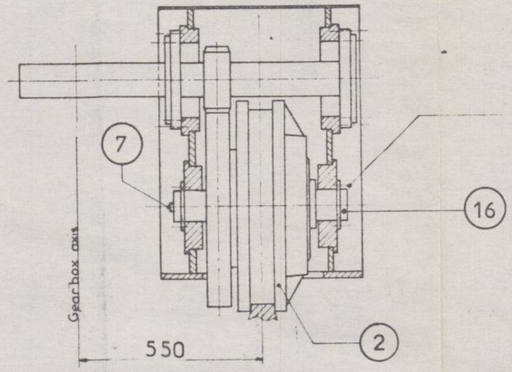
Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

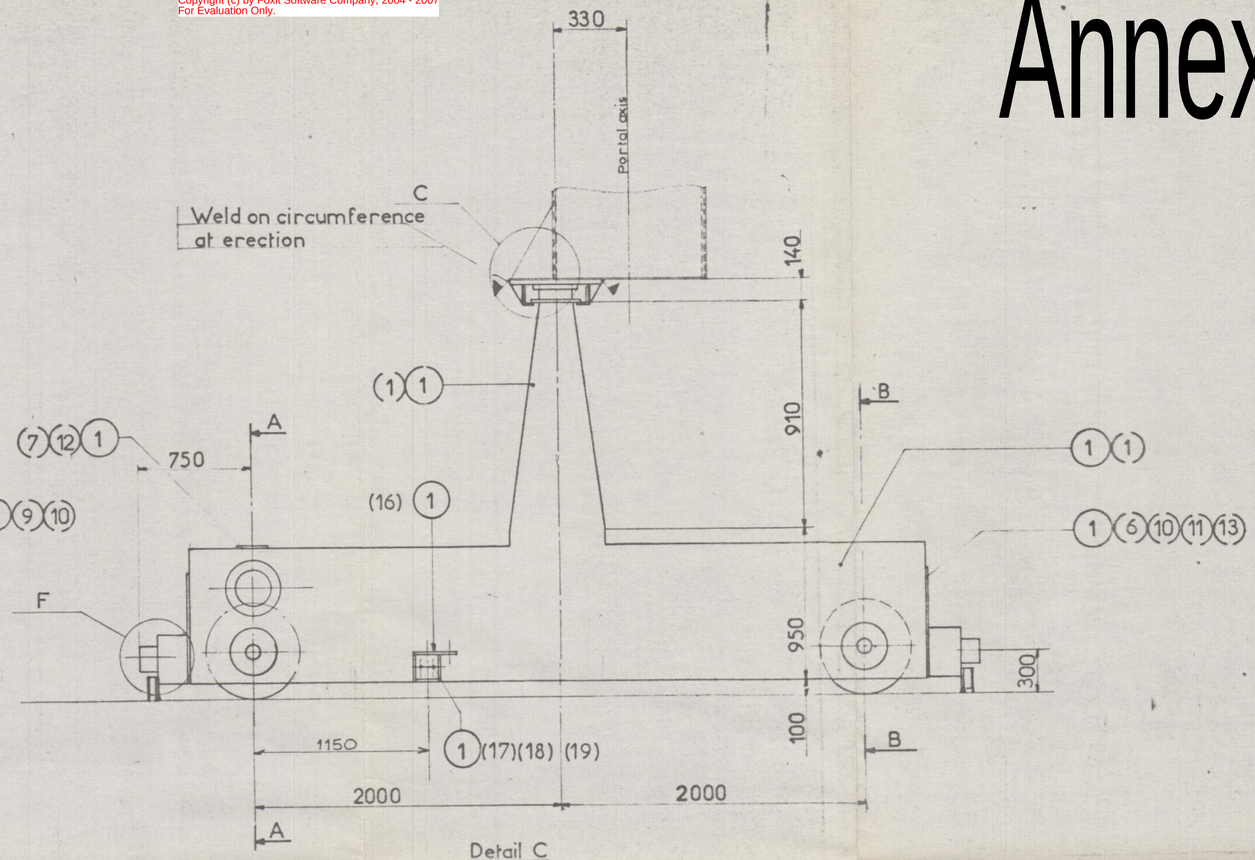
Annexe F

Section B B

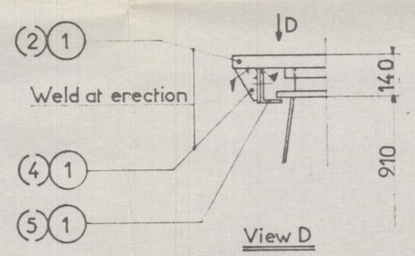


Section A A

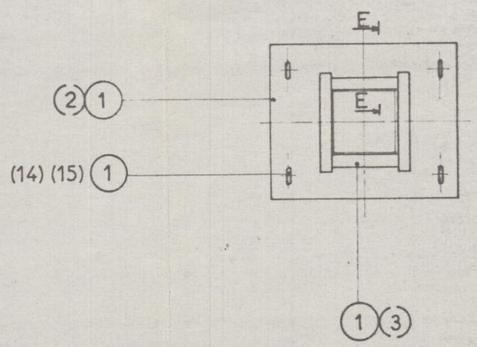


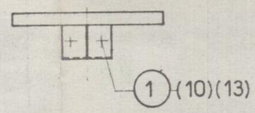


Detail C

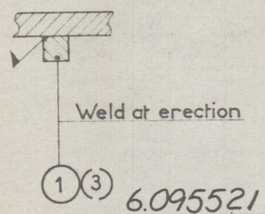


View D

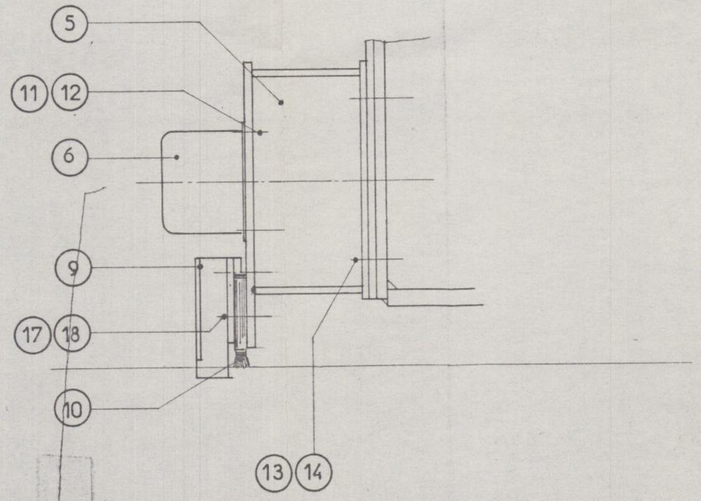




Section E E



Detail F



MIKRO 6.095521

6.095521 ITEM 05

COMME REALISÉ

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

Gratteur portique VP2-120/23
Chariot de translation côté "B"
_ ENSEMBLE _

PHB SOMERAL

Client
Cde N°
Classt
N° 2103670

Dessiné par : Naccari le : 2.12.80
Vérifié par : Crannarella le : 23.12.80
Echelle : /

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

Annexe G

PHB SOMERAL

Gr... VP ...

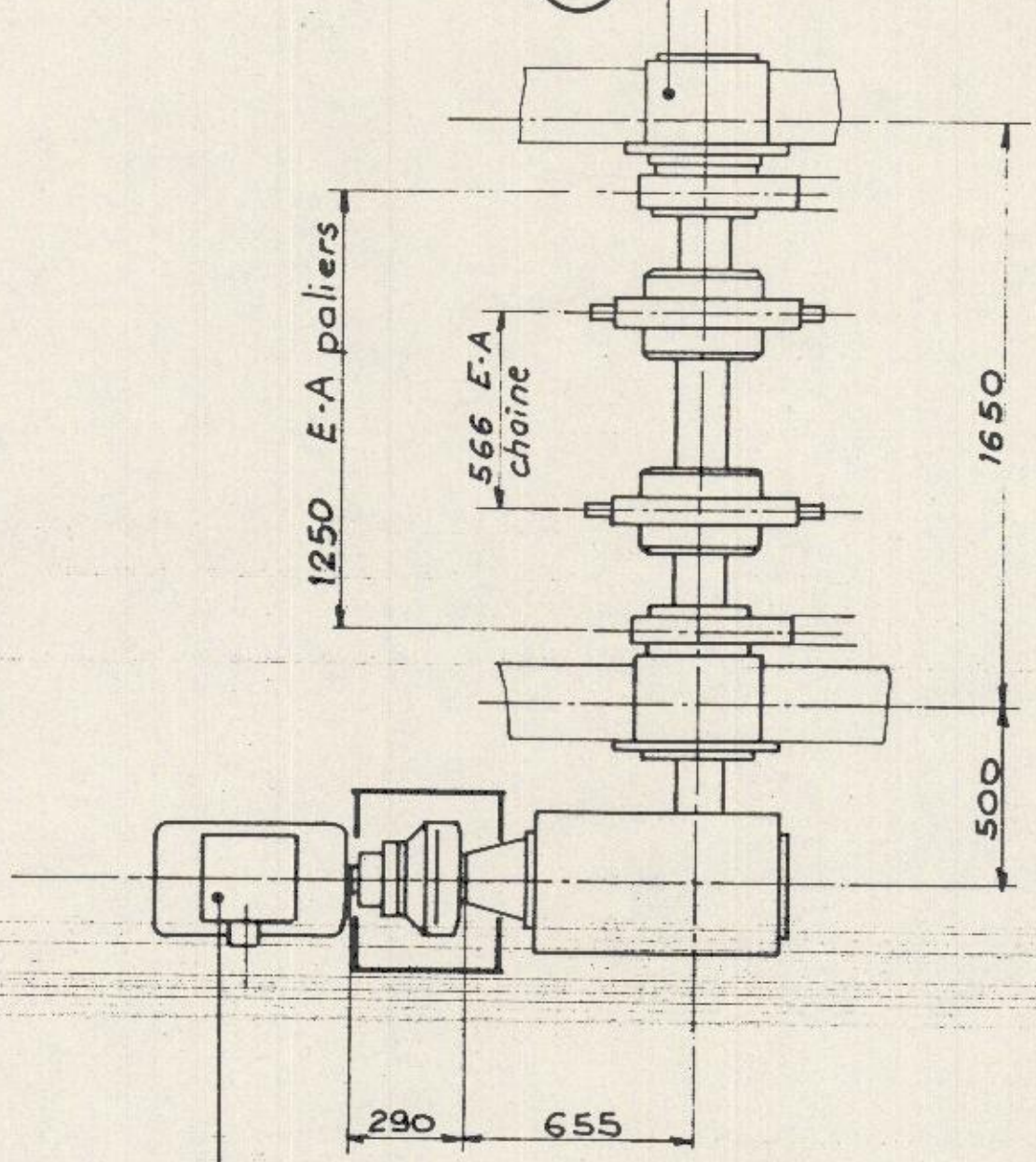
Commande de chaine primaire

N 511

Nbre de pages 1 | Page 1

6.095526

Voir plan N° 2 103015 (1)



COMME REALISÉ

(2) Voir plan N° 2 203 274

MIKRO

6.095526

ITEM 09

Etab. par Naccari Date 8.12.80

Annexe H

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

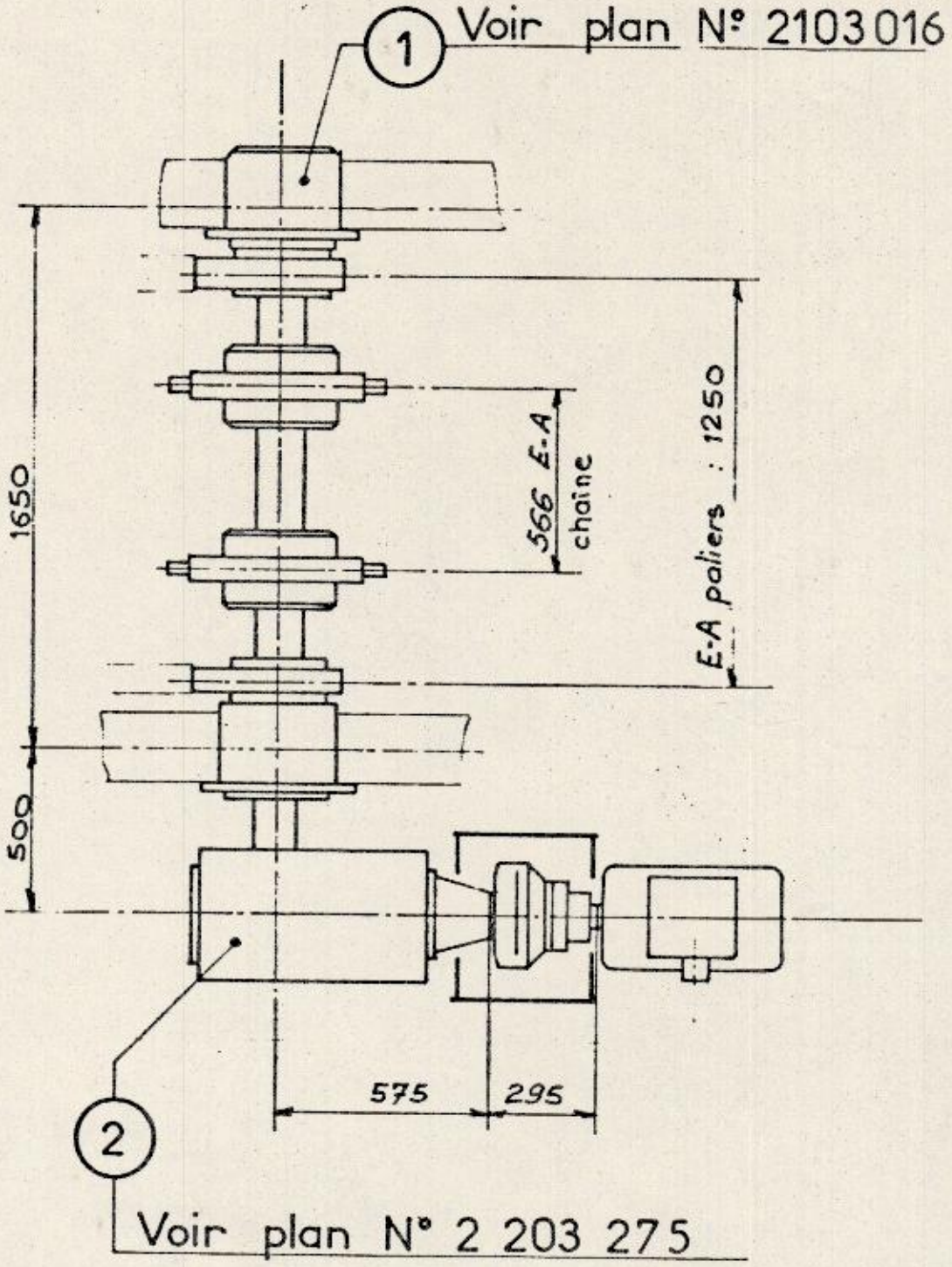
PHB SOMERAL

Gr… VP … 510

Commande de chaine secondaire

Nbre de pages 1 | Page 1

6.095529



COMME REALISÉ

MIKRO

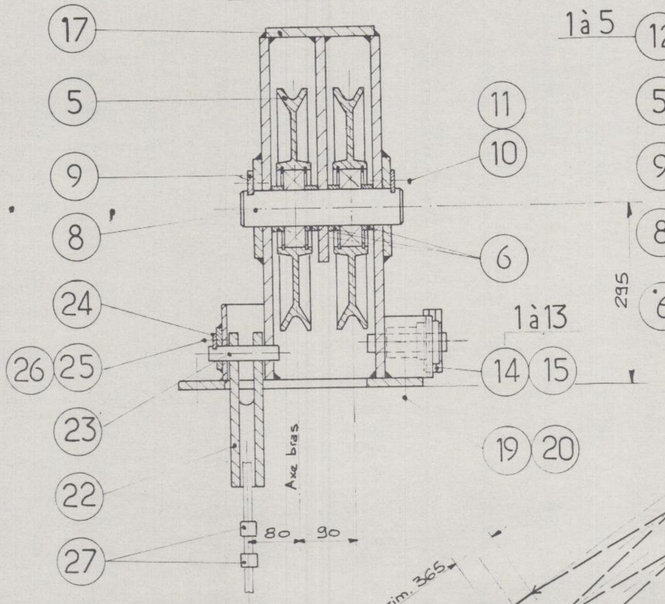
6.095529 ITEM 10

Etabli par Naccari | Date 8.12.80

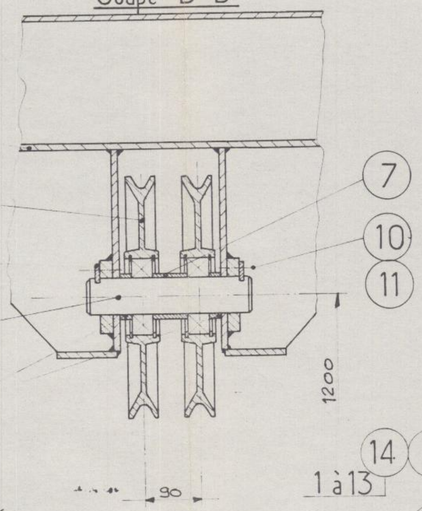
Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

Annexe I

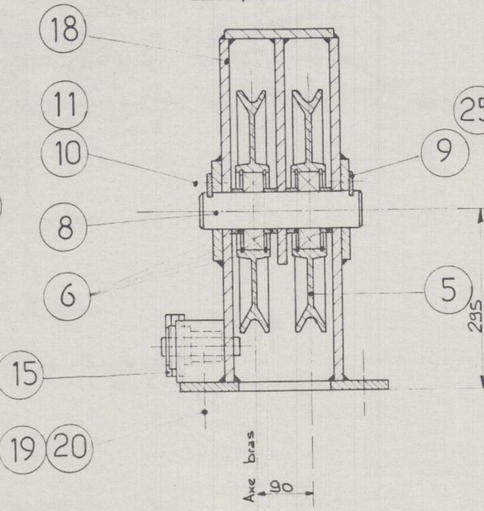
Coupe C-C



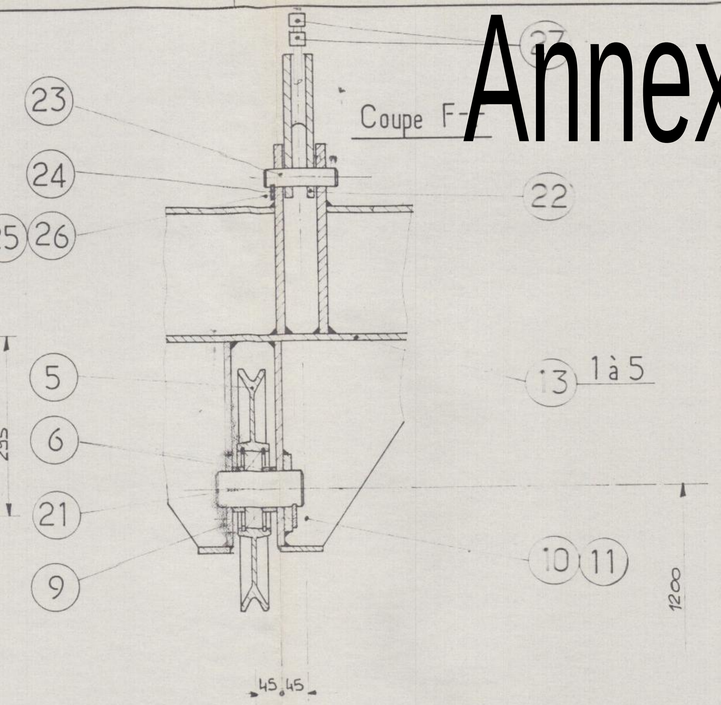
Coupe D-D



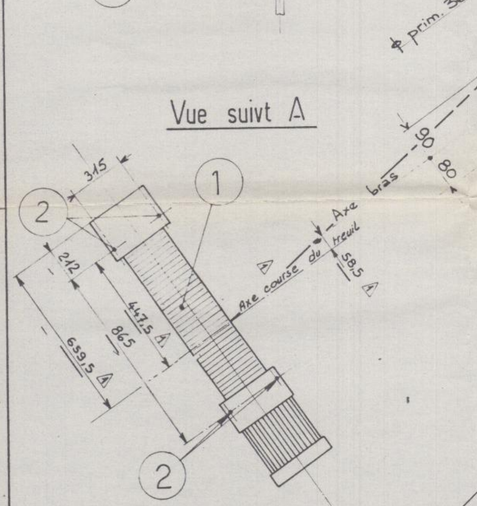
Coupe E-E

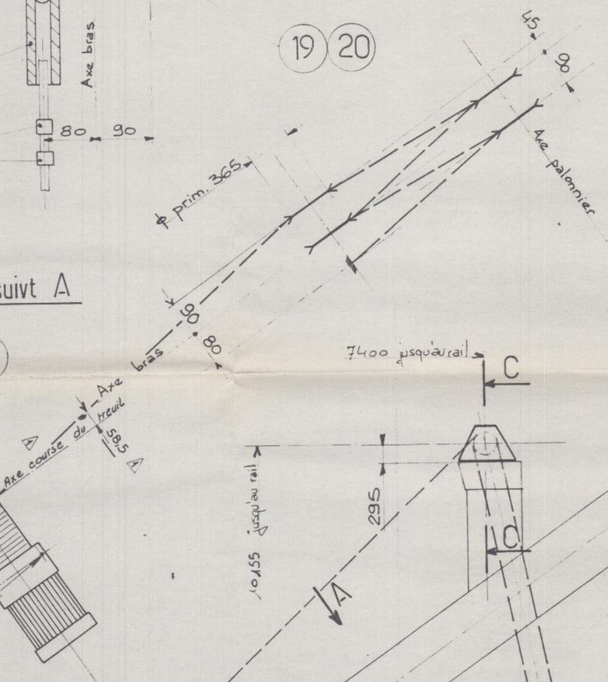


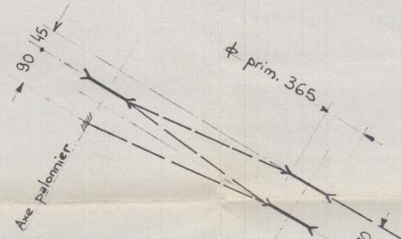
Coupe F-F



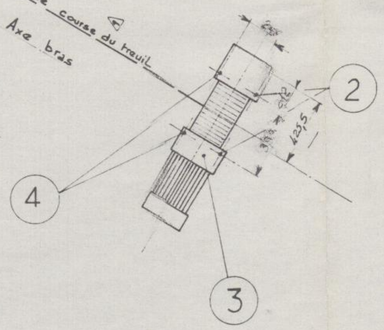
Vue suivt A

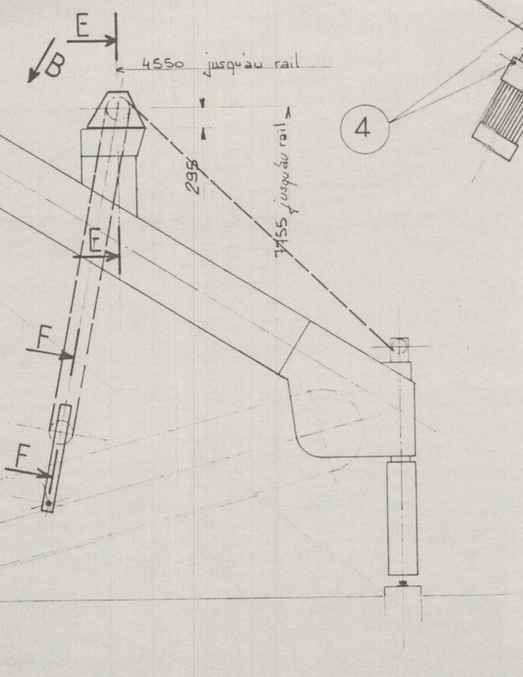






Vue suivt B





6.095532 ITEM 11

Indice	Date	Objet de la modification	Dessine	Verifie
A	19-11-80	Modifié position du treuil dans vue sf A Axe treuil devient Axe course du treuil dans vue sf B	TAUREAU F	Ciannarella

GRATTEUR PORTIQUE VP2.120/23

Ensemble du relevage des bras

PHB SOMERAL

Client

Cde N°

Classt

N° 2103502 1

Dessine par Foraio le 21.8.80

Vérifié par CIANNARELLA le 26.09.80

Echelle 1/50 - 0,2

6.095532

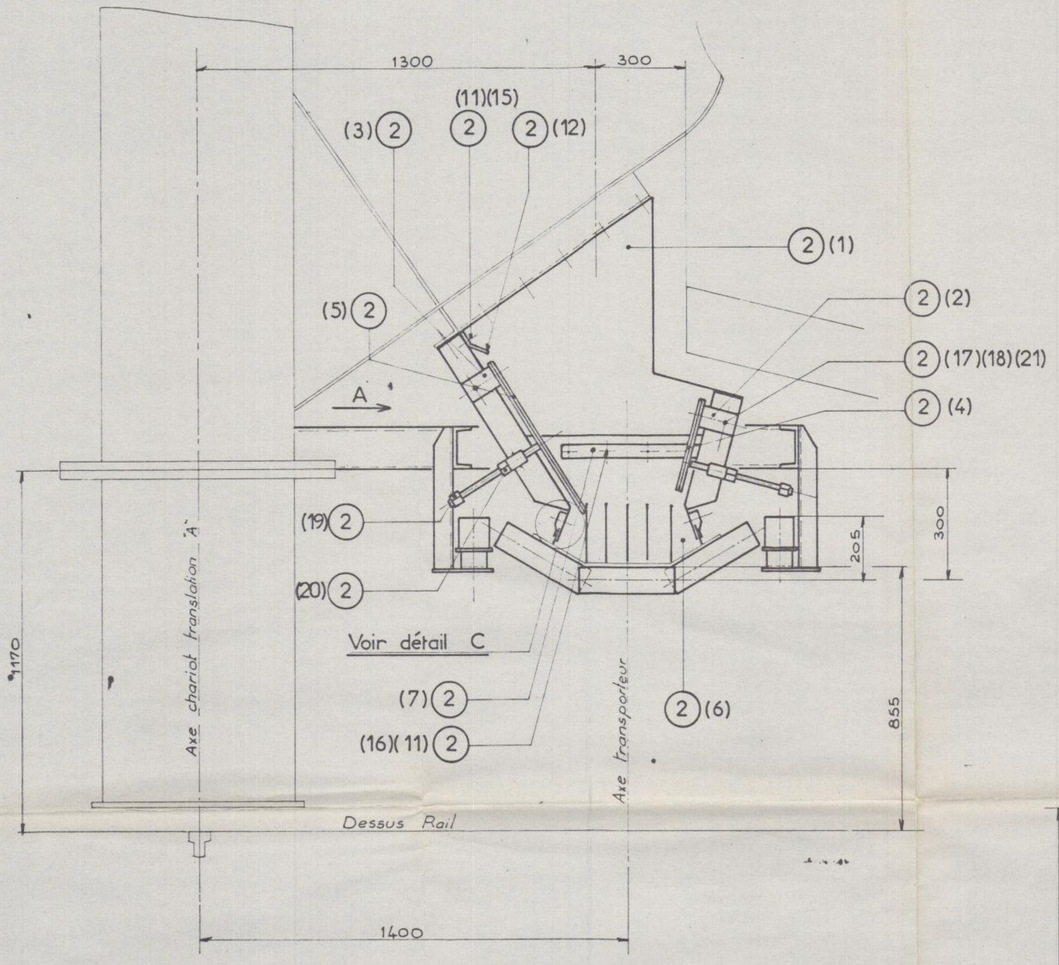
MIKRO

230

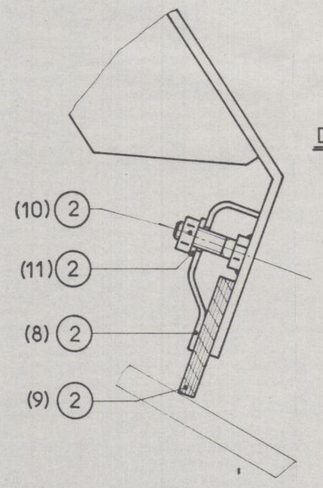
Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

Annexe J

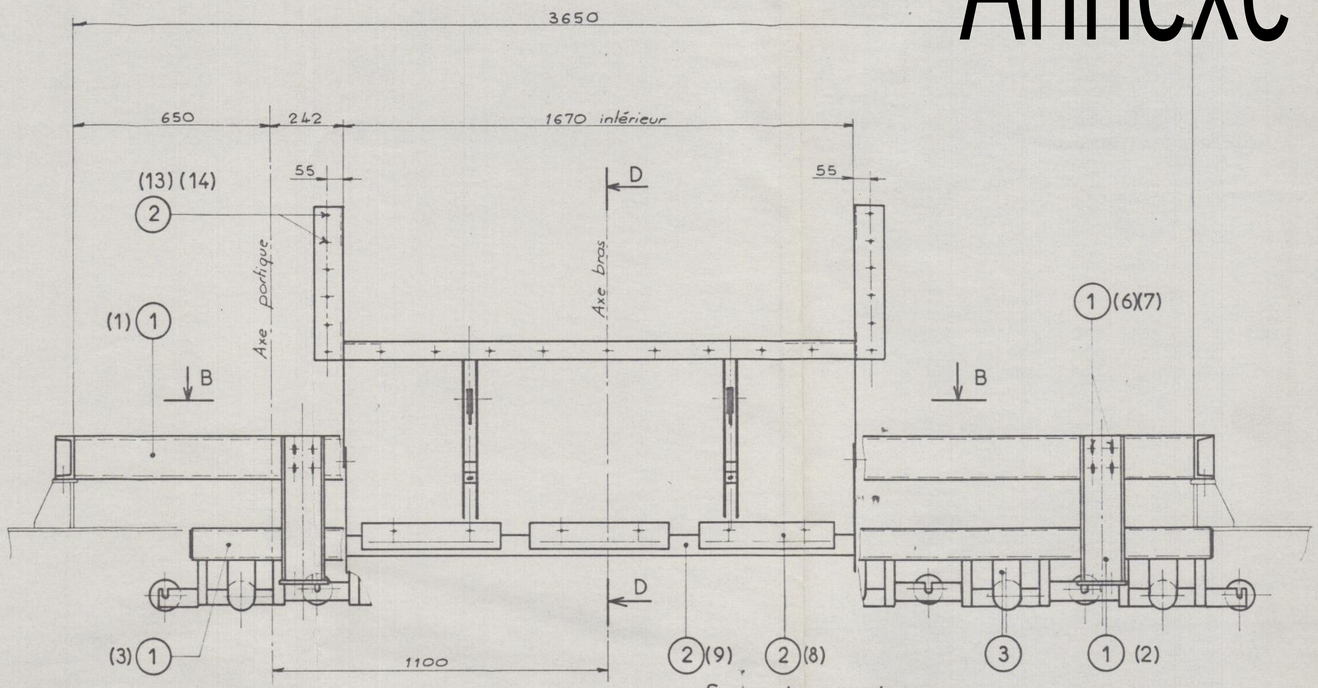
Coupe D-D



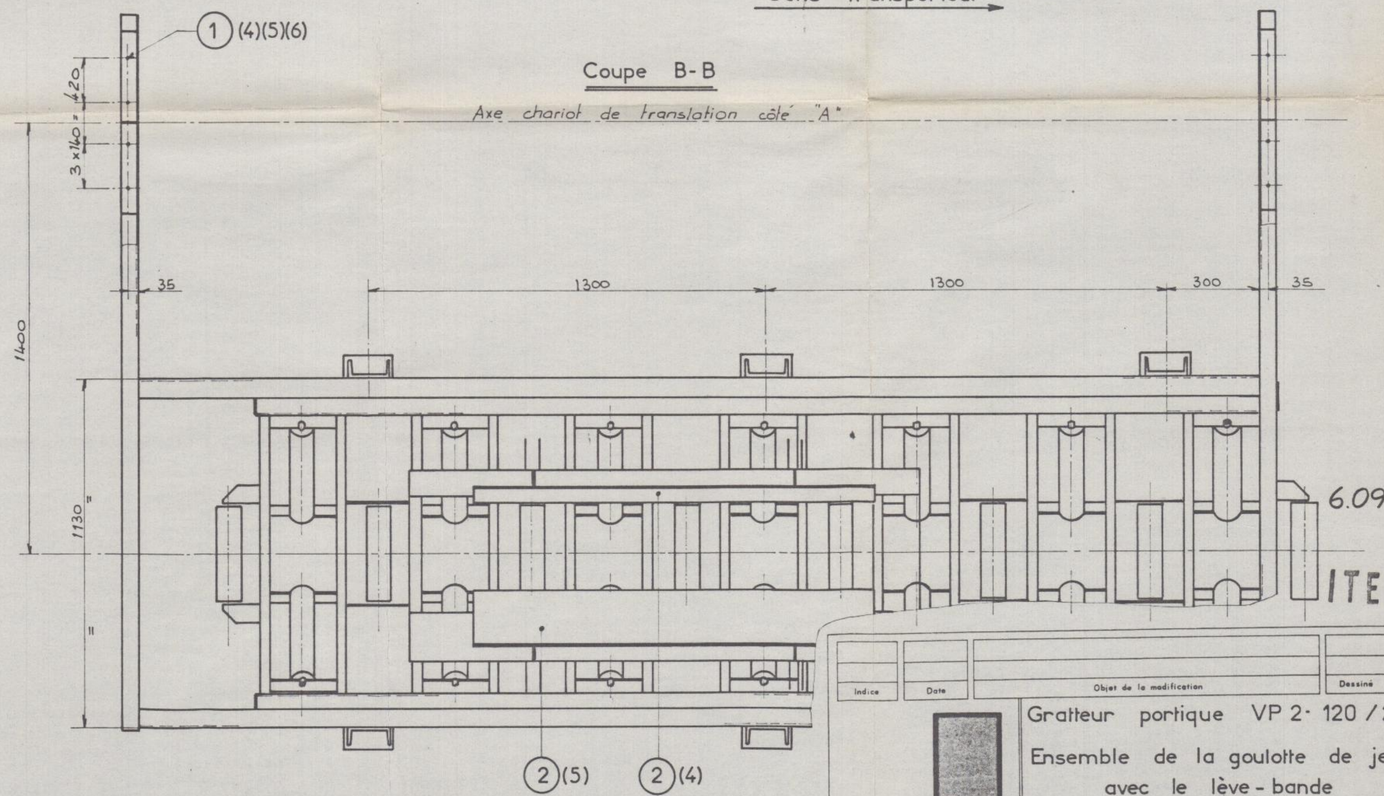
Détail C



Vue suivant A



Coupe B-B



6.095534

ITEM 12

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

Gratteur portique VP 2· 120 / 23.

Ensemble de la goulotte de jetée avec le lève - bande

PHB SOMERAL

Client

Cde N°

Classt

N° 210381

Dessiné par : Naccari le : 9.12.80

Vérifié par : Giannarella le : 23.12.80

Echelle : 1/10 - 1/5

COMME REALISÉ

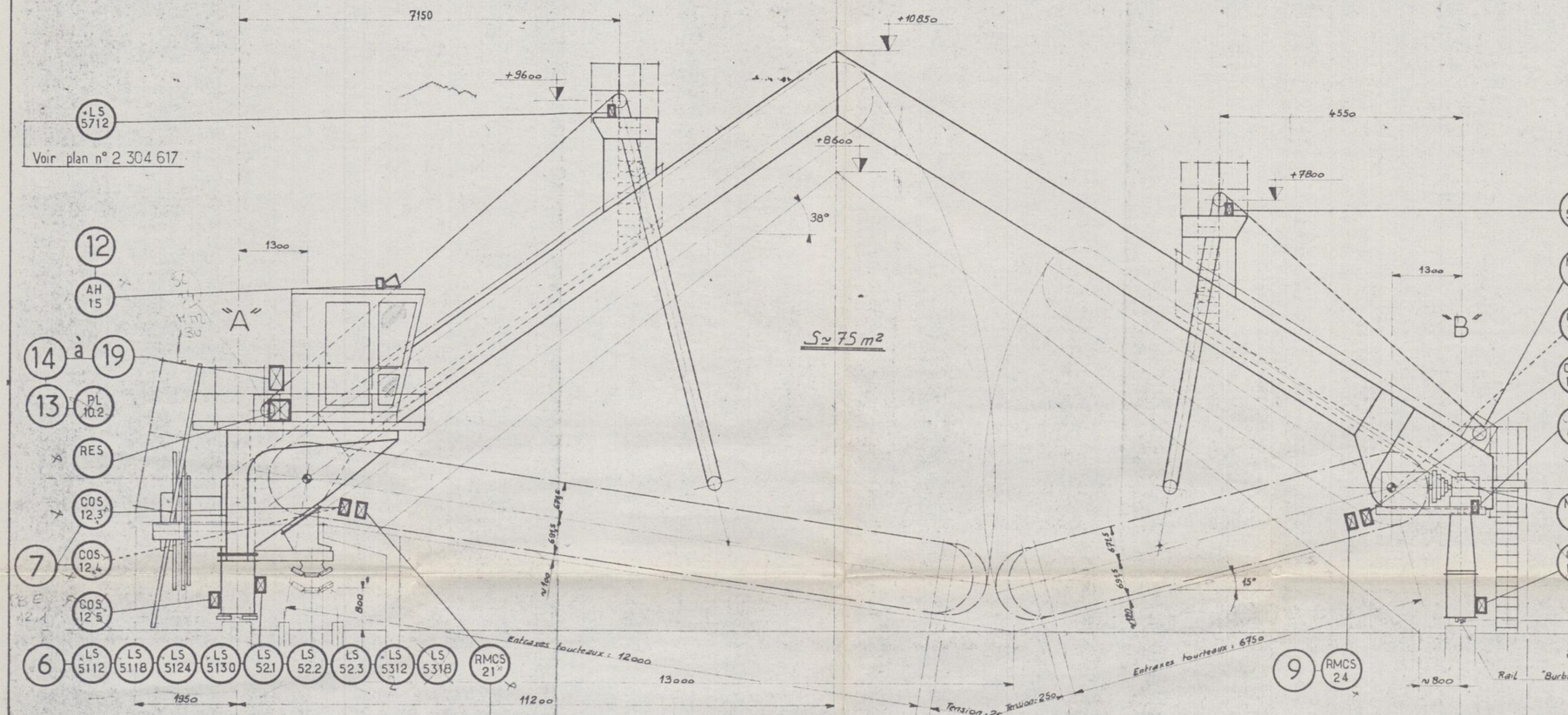
6.095534

MIKRO

Edited by Foxit PDF Editor
Copyright (c) by Foxit Software Company, 2004 - 2007
For Evaluation Only.

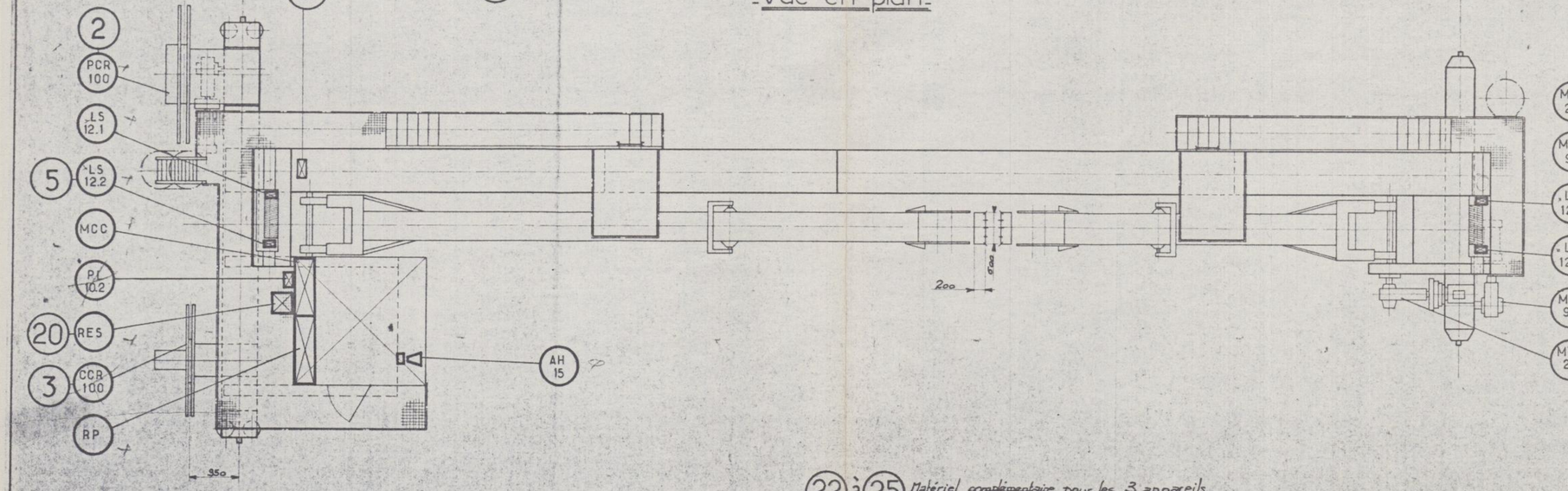
Annexe K

Elévation

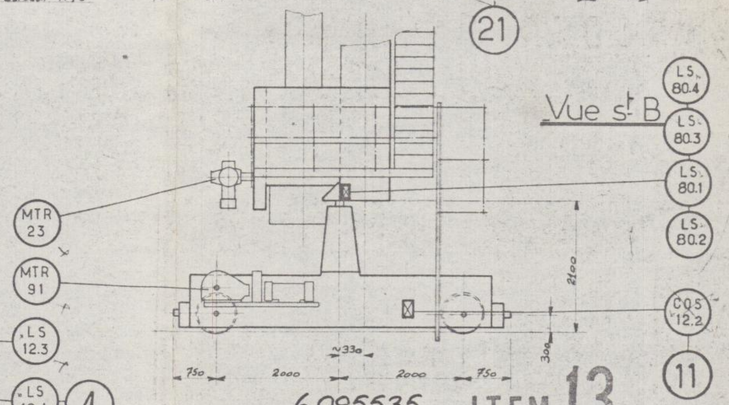


Vue s/ A

Vue en plan



Vue s/ B



6.095535 ITEM 13

22 à 25 Matériel complémentaire pour les 3 appareils

CE PLAN ANNULE ET REMPLACE LE PLAN N° 2102948.

COMME REALISÉ

Indice	Date	Objet de la modification	Dessiné	Vérifié

GRATTEUR PORTIQUE
PORTAL RECLAIMING SCRAPER
Implantation du materiel électrique exterieur
Layout of the external electrical equipement

PHB SOMERAL

Client
Cde N°
Classt
N° 2103057

Dessiné par CBA le 24.10.80
Vérifié par le
Echelle 1/50

MIKRO 6.095535