

République algérienne démocratique et populaire
ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI - TIZI-OUZOU
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER Professionnel en Electronique
Option : Electronique Industrielle

Thème

**Automatisation d'une station de chargement des
huiles brutes par un API S7-300 et le WinCC
flexible**

Réalisé par :
TARI Samia
HADDOUCHE Karim

Promotrice :
M^{me} : AMIROU
Proposé et encadré à Cevital par:
M^r : BESSAA Omar

Promotion JUIN 2012

Stage préparé au niveau de la direction recherche et développement à CEVITAL

Remerciements

Nous remercierons tout d'abord Dieu le tout puissant, pour la santé, la volonté, le courage et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur M^r BESSAA Omar qui nous a apporté une aide précieuse. Nous lui exprimons notre gratitude pour sa grande disponibilité ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il nous a apportés et à tous le personnel du CEVITAL en particulier bureau de Recherche et de Développement pour leurs aides et conseils.

Toutes nos infinies gratitudes et remerciements à notre promotrice; M^{me} AMIROU pour sa disponibilité, ses conseils objectifs et ses orientations.

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à toutes
personnes qui m'est chères au monde :*

A mes chers parents.

*À mes chères sœurs qui ont toujours été à
mes cotés à qui je souhaiterai le bonheur et la
réussite dans leurs vie.*

A mes chers frères.

*À tout mes amis(es) et camarades des
universités de TIZI-OUZOU,
BOUMERDES et BEJAIA.*

Karim

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à toutes
personnes qui m'est chères au monde :*

A la mémoire de mes chers parents.

*À mes chères sœurs qui ont toujours été à
mes cotés à qui je souhaiterai le bonheur et
la réussite dans leurs vie.*

A mes chers frères.

*À tout mes amis(es) et camarades des
universités de TIZI-OUZOU et BEJAIA.*

Samia

Sommaire

Sommaire

Liste des figures

Introduction générale

Chapitre I : Présentation du complexe CEVITAL

Introduction.....	1
I.1. Présentation générale du complexe CEVITAL de Bejaia.....	1
1.1. Historique.....	1
1.2. Situation géographique.....	1
1.3. Activités et objectifs de CEVITAL.....	3
1.4. Norme et certification de CEVITAL.....	3
1.5. Organigramme de CEVITAL.....	3
1.6. Présentation générale.....	5
1.6.1. Approvisionnement en Matière Première.....	5
1.6.2. Présentation de la Raffinerie.....	5
1.6.3. Conditionnement.....	6
1.6.4. Traitement des déchets.....	6
1.6.5. Les unités de stockages.....	7
1.6.6. La centrale thermique.....	7

Chapitre II : Modélisation de l'automatisme

Introduction.....	9
II.1. Description du fonctionnement de la chaine de remplissage des huiles brutes.....	9
II.2. Modélisation du système par grafcet.....	11
2.1. Grafcet.....	11
Introduction.....	11
2.2 Histoire du grafcet.....	11
2.2.1 Eléments de grafcet.....	12
2.2.2. Règles de franchissement.....	12

Chapitre III : Matériel utilisée dans la station

Introduction.....	19
III.1. Description générale de la pompe à volute KSB.....	19
1.1. Conception de la pompe à volute KSB.....	20
1.2. Mode de fonctionnement.....	20

1.3. Forces et moments autorisés agissant sur les brides de pompe	21
1.4. Caractéristiques techniques	21
III.2. Les capteurs	22
2.1. Définition.....	22
2.2. Méthode de choix de la technologie.....	23
2.3. Classification des capteurs.....	24
III.3. Types de capteurs choisis	24
3.1. Détecteur de proximité	24
3.2. Contacts de fins de courses.....	25
3.3. Détecteur de débit	26
3.4. Capteur de niveau haut	26
3.4.1. Avantages capteur de niveau haut le SITRANS LVL100.....	27
3.4.2. Domaine d'application.....	27
3.5. Détecteur de débit	28
3.5.1. Débitmètre à effet Coriolis	28
3.5.2. Domaines d'application.....	28
3.5.3. Principe de mesure	30
3.5.4. Systèmes de mesure compensés (Système à 2 tubes)	31
3.5.5. Conseils de montage.....	32
III.4. Vannes Tout Ou Rien(TOR)	32
4.1. Structure	33
4.2. Description de la vanne à bille.....	34
Conclusion	35

Chapitre IV : Automatisation de la station

IV.1. Les systèmes automatisés de production.....	36
IV.2. Structure d'un système automatisé	36
2.1. Poste de contrôle	37
2.2. Nature des informations traitées par l'automate.....	38
2.3. Architecture des automates.....	38
IV.3. Programmation sous STEP 7	39
3.1. Le progiciel STEP 7	40
3.2. Langages de programmation de STEP 7	41
3.2.1. Le schéma à contacts (CONT).....	40
3.2.2. Liste d'instruction (LIST)	41
3.2.3. Le logigramme (LOG)	42
3.3. Structuration du programme	42
3.4. Types de Blocs dans le programme utilisateur sous STEP 7	42
a. Les blocs d'organisation (OB)	43
b. Les blocs fonctionnels (FB).....	45

c. Les blocs (FC)	45
d. Les blocs de données (DB)	45
IV.4. Création d'un projet S7 avec configuration matérielle de la périphérie décentralisée du système SCHB	46
4.1. Structure du programme élaboré.....	54
4.2. Simulation du programme avec S7-PLCSIM.....	54
4.2.1. Présentation du S7-PLCSIM	54
4.2.2. Ouverture de l'AP de simulation et chargement du programme élaboré.....	55
4.2.2.a. Ouverture de L'AP S7-PLCSIM	55
4.2.2.b. Chargement du programme.....	56
IV.5. Configuration de l'AP de simulation	57
IV.6. Exécution du programme	58
6.1. Choix du mode de l'exécution.....	58
6.2. Démarrage de l'exécution du programme	58
IV.7. Utilisation des tables de variables pour visualiser ou forcer des données	59
Conclusion	60

Chapitre V : Supervision du système

Introduction.....	61
V.1. Présentation du logiciel WinCC flexible 2005.....	61
V.2. Principe	62
V.3. Insertion d'une station SIMATIC IHM et choix de l'écran supervision	62
V.4. Configuration de la station SIMATIC IHM et création de liaison avec l'API	63
V.5. Description des vues de la solution de supervision de la chaîne de remplissage des huiles brutes	65
5.1. Vue d'accueil	66
5.2. Vue des paramètres	67
5.3. Vue de système de charge	68
5.4. Vue des alarmes	69
Conclusion	70

Conclusion Générale

Bibliographie

Annexes

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1: Situation géographique du complexe Cevital.....	2
Figure I.2: Organigramme du complexe Cevital	4
Figure I.3: exemple d'une centrale thermique	8
Figure II.1: schéma synoptique de système de chargement	10
Figure II.2: Eléments de grafcet.....	12
Figure II.3 : représentation des règles de franchissement.....	13
Figure II.4 : Grafcet mode plein « niveau 1 ».....	15
Figure II.5 : Grafcet mode plein « niveau 2 ».....	16
Figure II.6: Grafcet mode consigne « niveau 1 »	17
Figure II.7: Grafcet mode consigne « niveau 2 ».....	18
Figure III.1: pompe à volute KSB.....	19
Figure III.2: vue en coupe Sewabloc avec roue K.....	20
Figure III.3: Forces et moment autorisés agissant sur les brides de pompe	21
Figure III.4 : schéma simplifié d'un moteur à cage	22
Figure III.5 : Méthode de choix de la technologie	23
Figure III.6 : Détecteur de proximité SIEF.....	24
Figure III.7 : capteur 871C Tubulaire mini	25
Figure III.8: Capteur de pression SDET.....	26
Figure III.9: Capteur de niveau haut le SITRANS LVL100	26
Figure III.10: débitmètre Promass 63 Endress+Hausser.....	28
Figure III.11: les composants du débitmètre Endress+Hausser Promass 63.....	29
Figure III.12 : Force de Coriolis dans les tubes de mesure	30
Figure III.13: systèmes de mesure compensée (Système à 2 tubes)	31
Figure III.14: Déphasage de fréquence d'un système a deux tubes.....	31
Figure II.15: image réelle d'une électrovanne T.O.R	32
Figure II.16: vanne à bille.....	34
Figure II.17: Dimensions de la vanne à bille	35
Figure IV.1: Structure d'un système automatisé	36
Figure IV.2: Un automate S7-300.....	39
Figure IV.3 : Fenêtre de création du projet	46
Figure IV.4: CPU 315-2DP sélectionnée	47

Figure IV.5 : Sélection des blocs et choix du langage	47
Figure IV.6: Nomination et Création du projet.....	48
Figure IV.7: Vue de la fenêtre SIMATIC Manager.....	49
Figure IV.8: Insertion du réseau PROFIBUS	50
Figure IV.9: Ouverture de la fenêtre de la configuration matérielle.....	51
Figure IV.10: Insertion d'un maître DP	52
Figure IV.11: Adresse du maître DP.....	52
Figure IV.12: CPU avec réseau maître DP.....	53
Figure IV.13: Vue de la périphérie décentralisée du système SCHB	53
Figure IV.14: Ouverture de l'AP de simulation via le bouton d'activation/désactivation de la simulation	55
Figure IV.15: Chargement du programme dans l'AP de simulation	56
Figure IV.16 : Fenêtres pour le programme à simuler	57
Figure IV.17 : Choix du cycle continu pour l'exécution du programme	58
Figure IV.18 : Sélection du mode RUN (MARCHE).....	58
Figure IV.19 : Mise à 1 de l'entrée E2.0	58
Figure IV.20: table des variables (VAT_DI) du PROGRAMME-SCHB	59
Figure V.1: Eléments de l'interface utilisateur de WinCC flexible.....	62
Figure V.2 : insertion de l'IHM dans un programme sous STEP7.....	63
Figure V.3: choix de l'écran de supervision.....	63
Figure V.4: configuration de l'IHM.....	64
Figure V.5: liaison entre l'API et S7-300 et l'IHM	65
Figure V.6 : vue d'accueil.....	66
Figure V.7 : vue des paramètres	67
Figure V.8: vue de système de charge.....	68
Figure V.9: Vue des alarmes.....	69

Introduction Générale

Introduction Générale

Aujourd'hui, les entreprises ont de plus en plus recours à l'automatisation des systèmes de production, afin d'arriver à une productivité optimale tout en améliorant les conditions de travail du personnel.

En Algérie, CEVITAL a fait un grand pas dans ce domaine car la modernisation de ses équipements et le travail selon des normes internationales font partie de ses principales préoccupations. Ceci lui permet d'optimiser sa productivité, la quantité et la qualité de ses produits tout en veillant à ce qu'ils soient proposés avec des prix compétitifs.

L'une des stations non encore automatisées est la station de chargement des huiles brutes. Actuellement, le démarrage et l'arrêt du chargement, la sélection de bacs et le contrôle des débits se fait manuellement. L'opérateur doit ouvrir ou fermer les vannes et les pompes. Il doit aussi surveiller le niveau de remplissage de la citerne. Cette opération mobilise alors plusieurs opérateurs.

Les contraintes de travail rencontrées par le personnel travaillant au niveau de cette station ont motivé les dirigeants de CEVITAL à s'intéresser à sa rénovation. Cette opération vise à remplacer partiellement l'opérateur humain par une commande à base d'automate programmable.

Le stage pratique que nous avons effectué à la SPA (Société Par Action) de Bejaia, s'inscrit dans cette problématique. Nous nous sommes alors intéressés à l'automatisation de cette chaîne. Les objectifs que nous poursuivons sont :

- ✓ Automatisation de la chaîne de chargement des huiles brutes par un Automate Programmable Industriel, le **SIMATIC (S7-300)**.
- ✓ Pour compléter la commande et libérer l'opérateur des tâches de surveillance, nous avons prévu un système de supervision afin de pouvoir visualiser et diagnostiquer l'état de la chaîne.

Nous avons reparti ce travail en cinq chapitres :

Le groupe CEVITAL étant l'un des groupes les plus importants en ALGERIE, nous avons consacré le premier chapitre pour sa présentation.

Le deuxième chapitre décrit le fonctionnement puis la modélisation de la station par un grafset.

Au troisième chapitre nous exposons les composants choisis pour la réalisation de l'automatisme considéré et l'adaptation de l'unité au système numérique.

Au quatrième chapitre est consacré à la programmation de l'automate à l'aide d'un logiciel appelé SIMATIC manager (S7-300).

La méthode de supervision prévue à travers un pupitre du WinCC flexible 2005 est exposée dans le cinquième chapitre.

Enfin nous concluons sur le travail en faisant sortir les points essentiels de ce projet et les perspectives sur lesquelles il s'ouvre.

Chapitre I

Présentation du complexe CEVITAL

Introduction

CEVITAL est le premier complexe agroalimentaire en Algérie et dans ce présent chapitre nous allons parler de son évolution historique, ses multiples activités industrielles, ses principaux objectifs, ainsi que l'organigramme décrivant ses différentes directions. En suite nous présenterons l'organigramme de l'unité de conditionnement d'huile ainsi que l'organigramme des différentes lignes de conditionnement d'huile et les utilités.

I.1 Présentation générale du complexe CEVITAL de Bejaia

1.1. Historique

CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998 [1].

CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.

En effet les besoins du marché national sont de 1200T/J d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de CEVITAL sont de 1800T/J, dont un excédent commercial de 600T/J.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que CEVITAL négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales telles que CARREFOUR et AUCHAN (en France), ROYAL (en Suisse) et autres sociétés spécialisées dans l'import-export en Ukraine, Russie, ces produits se vendent dans différentes villes africaines (Tunis, Niamey, Bamako...).

1.2. Situation géographique

CEVITAL est un complexe de production qui se situe au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3 Km du sud-ouest de cette ville et s'étend sur une superficie de 45000 m², à proximité de la RN 09. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.

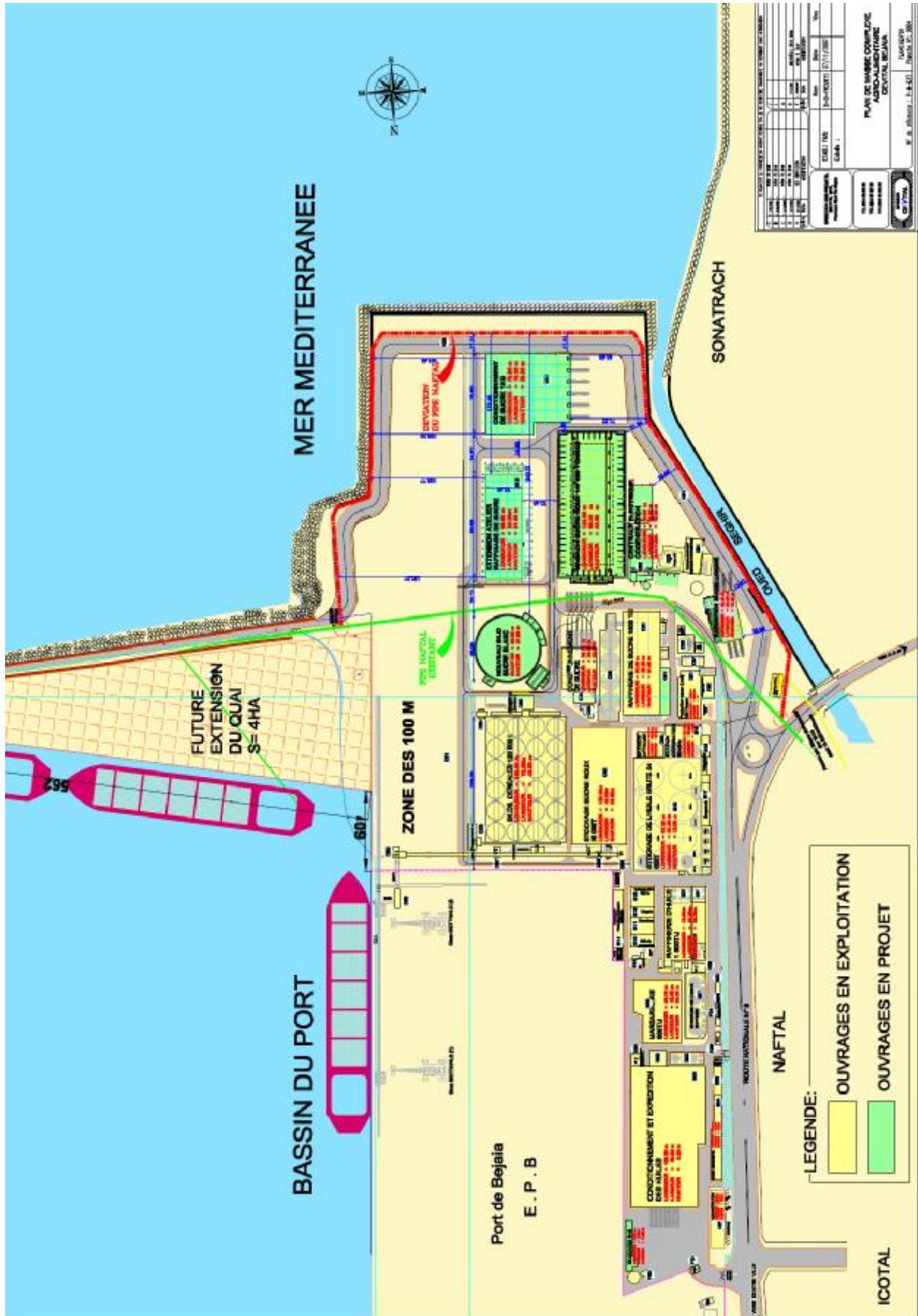


Figure I.1: Situation géographique du complexe Cevital

1.3. Activités et objectifs de CEVITAL

L'entreprise produit essentiellement des huiles végétales et du sucre elle assure le conditionnement de ses produits selon des normes internationales. Malgré la qualité de ses produits CEVITAL les propose en qualités suffisante à des prix compétitifs.

Sa production par jour est récapitulée comme suit :

- ✓ Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour);
- ✓ Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure);
- ✓ Production de margarine (600tonnes/jour) ;
- ✓ Fabrication d'emballage (PET): Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600unités/heure) ;
- ✓ Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour et 3000 tonnes/jour);
- ✓ Stockage des céréales (120000 tonnes);
- ✓ la cogénération (une capacité de production arrive jusqu'à 64MW) ;
- ✓ Minoterie et savonnerie en cours d'étude.

1.4. Norme et certification de CEVITAL

CEVITAL a toute une équipe qui travaille pleinement pour avoir la certification internationale « ISO 22000 » (système de management de la sécurité des denrées alimentaires) avant la fin de l'année 2009 [2].

1.5. Organigramme de CEVITAL

L'organigramme suivant donne une vue générale sur la structure du complexe CEVITAL :

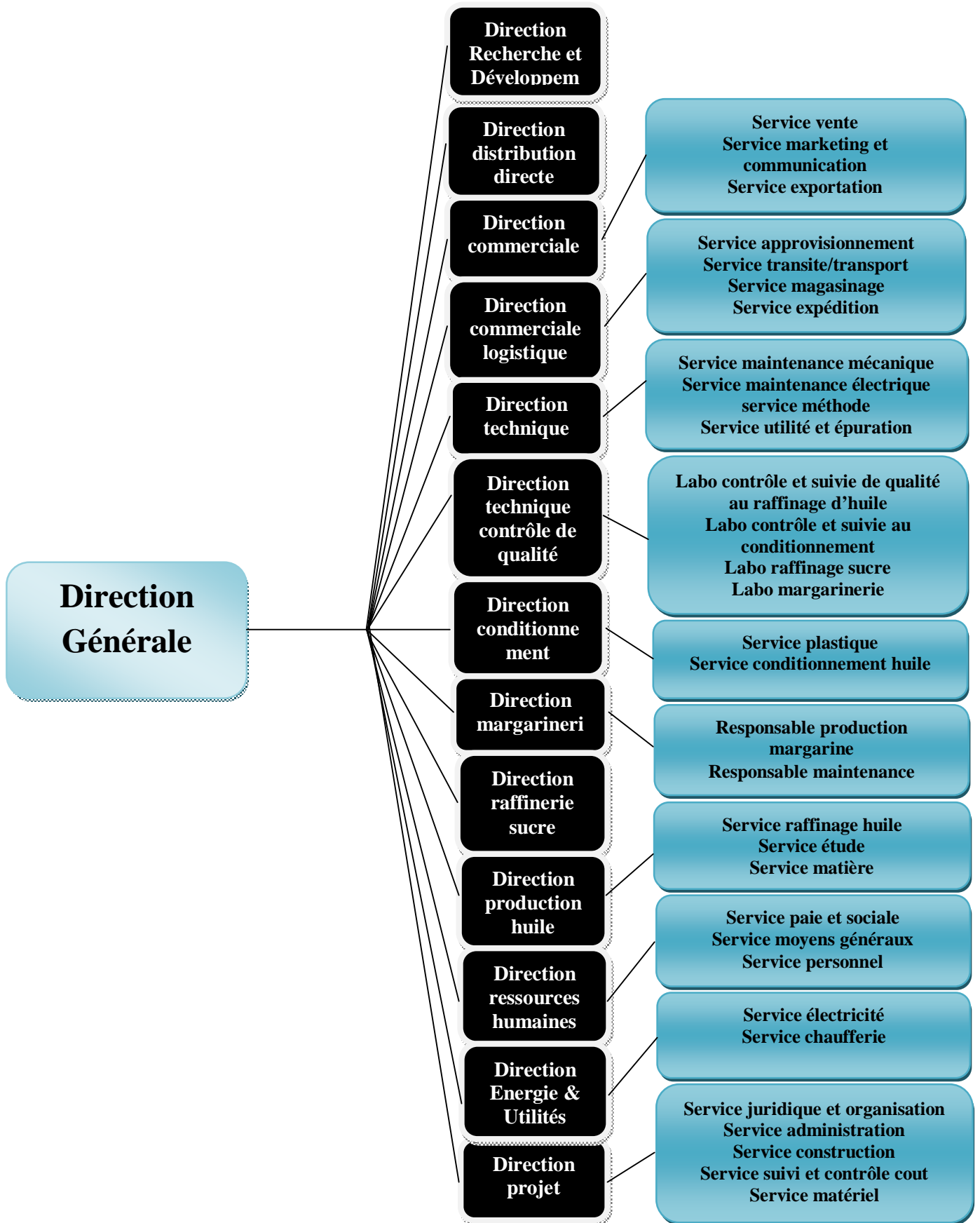


Figure I.2: Organigramme du complexe CEVITAL

Les objectifs visés par CEVITAL sont:

- ✓ La distribution de ses produits sur tout le territoire national.
- ✓ Importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- ✓ Optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- ✓ Encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.
- ✓ Modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter sa productivité.
- ✓ Positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

1.6. Présentation générale

Dans cette partie, nous présentons de manière générale les différentes fonctions de l'entreprise CEVITAL.

1.6.1. Approvisionnement en matière première

CEVITAL s'approvisionne essentiellement en huiles brutes en fonction du marché. En fonction de l'offre et de la demande. Les huiles les plus connues et consommées en Algérie sont l'huile de tournesol, de soja, et de colza. Elles sont importées par bateau (TANKEROLE) avec des quantités de 3000T, 6000T, 9000T, de certains pays grands producteurs d'huiles, tel que, la Malaisie, Ukraine, Moldavie ou la Chine. Leurs prix d'achats sont affichés dans les marchés boursiers. La matière première est acheminée dans des pipes du bateau vers le complexe. Elle est stockée dans des bacs de 1000T et 9000T.

1.6.2. Présentation de la Raffinerie

La capacité de production de la raffinerie est de 600T/j ; Elle peut passer après extension à 1200T/J. Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huiles comestibles tel que : le colza, le tournesol, l'olive, le soja...

Chaque type d'huile a des spécifications propres et requiert par conséquent un procédé de traitement et des paramètres opératoires spécifiques. En général, les huiles brutes issues de la pression et de l'extraction des graines oléagineuses ont une acidité supérieur à 0.5% et contiennent : des mucilages, des impuretés, de l'humidité, des pigments colorés et des matières odoriférantes [3].

Les éléments indésirables sont éliminés par les opérations suivantes :

Ü la démulagination: élimination des mucilages par action de l'acide phosphorique+centrifugation (n'admettre que 2 ppm de phosphore dans l'huile).

Ü la neutralisation : action de la fonde caustique sur les acides gras libres pour réduire l'acidité à 0.05 max+ élimination des pâtes par centrifugations en séparateur autodébourdeur.

Ü le lavage : par eau chaude à 95° et séchage sous vide de 50 tours minimum.

Ü la décoloration : Action de la terre décolorante sur les pigments de carotènes. et de chlorophylle+ procède d'absorption pour obtention de jaune=1 et rouge=0.1

Ü la désodorisation : distillation des acides gras résiduels et éliminations des pigments colorés résiduels sous vide de 2 millibars et une température de 25°C. L'huile ainsi obtenue est exempte d'impuretés, d'humidité et de produits oxydes, à sa sortie de la désodorisation elle est refroidie à 25° avant d'aller en stockage et puis en conditionnement.

D'autres opérations spécifiques à chaque type d'huile sont ajoutés a cette chaîne de raffinage tel que la cristallisation pour l'huile de tournesol et la démulagination pour l'huile de soja. Des utilités tel que la vapeur, l'eau brute, l'eau osuroyée, et air comprimé sont met en œuvre par l'ensemble des procédés de raffinage, leurs consommations sont déterminées en fonctions des rendements de chaque équipement.

1.6.3. Conditionnement

Quatre chaînes de conditionnement sont disponibles :

- Deux pour la 5 litres (2*5L).
- Une pour un litre (1L).
- Une pour 2 litre (2L).

La matière utilisée pour les emballages est le P.E.T, la préforme est soufflée (par type 5L, 2L et 1 L) par une souffleuse (forme), les emballages vides obtenus sont orientés automatiquement vers une remplisseuse rotative puis vers une bouchonneuse, ensuite une étiqueteuse dateuse, et enfin vers palettiseuse afin d'être stockés.

1.6.4. Traitement des déchets

Les déchets engendrés par les différentes opérations de productions et de raffinement sont traités au niveau du complexe qui compte une station d'épuration pour eau, quant aux déchets qualifiés d'huile acides ou d'acides, ils sont revendus aux producteurs de savons ,de peinture, et de mastic...etc.

Partant du principe « tout se transforme », les déchets seront utilisés prochainement dans le cadre de l'extension du complexe pour la production du savon de ménage, du savon de toilette et des aliments pour bétail.

1.6.5. Les unités de stockages

- Huile brute 45 000 Tonnes.
- Huile raffinée 20 000 Tonnes.
- Huile conditionnée 1200 Tonnes= deux jours de production de la raffinerie.
- Stock pour pièces de rechange.

1.6.6. La centrale thermique

Une centrale thermique à flamme utilise l'énergie fournie par la combustion d'un combustible (charbon, pétrole, gaz naturel, gaz issus de hauts-fourneaux). Cette combustion a lieu dans une chaudière. La combustion dégage une grande quantité de chaleur utilisée pour chauffer de l'eau dans la chaudière (ou générateur de vapeur). On dispose alors de vapeur d'eau sous pression.

Cette vapeur sous pression fait tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne elle-même un alternateur qui produit une tension alternative sinusoïdale. A la sortie de la turbine la vapeur est refroidie pour se transformer en eau, puis renvoyée dans la chaudière.

Le refroidissement de la vapeur issue de la turbine est confié à une réserve d'eau (cours d'eau) ou plus rarement à une tour de refroidissement analogue à celle d'une centrale nucléaire.

Une centrale thermique à flamme fournit une puissance électrique de l'ordre de quelques centaines de mégawatts (50 MW).

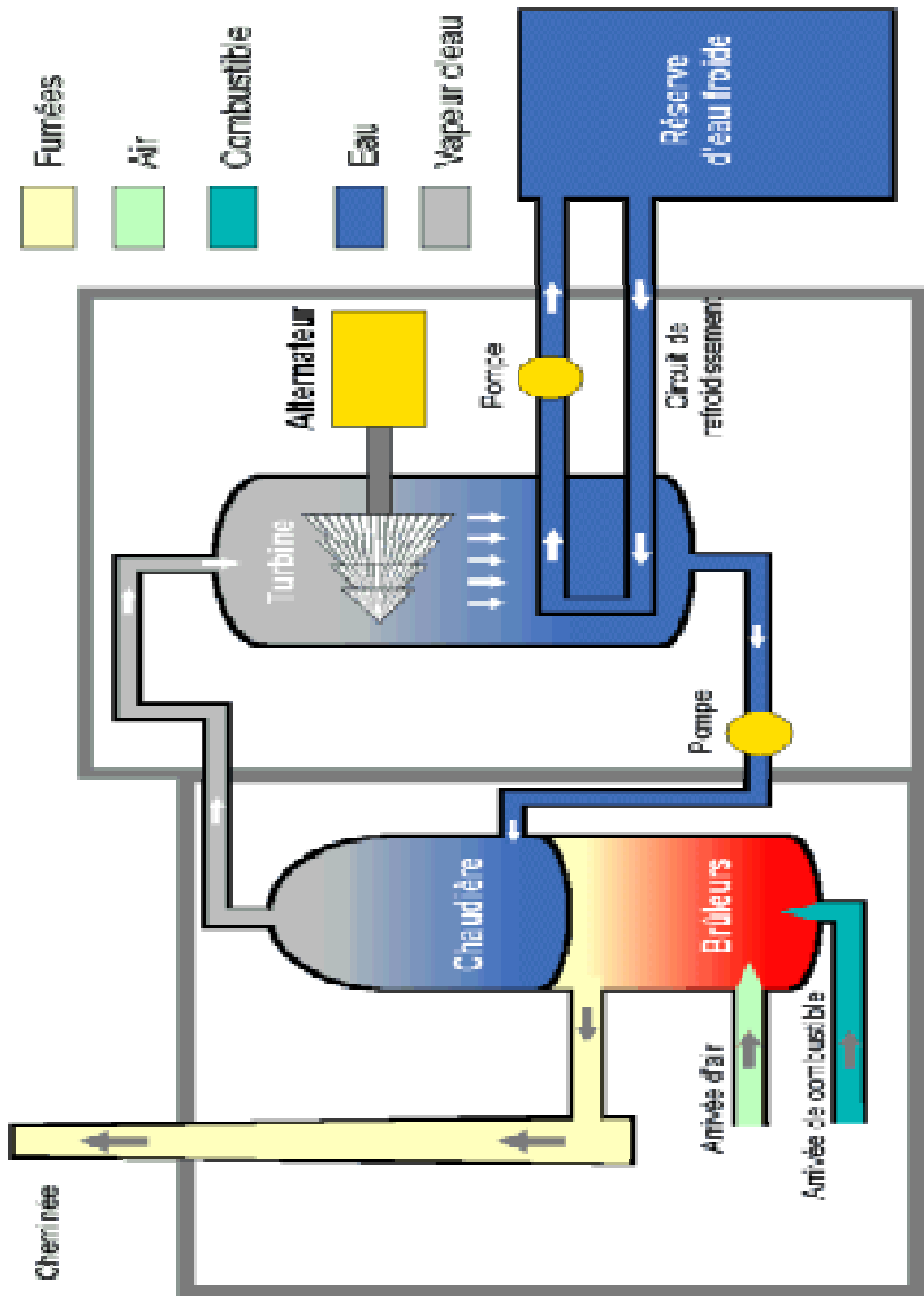


Figure I.3: exemple de centrale thermique

Chapitre II

Modélisation de l'Automatisme

Introduction

On présente dans ce chapitre la modélisation de la station des huiles brutes par grafcet qui comporte :

- ✓ Formulaire de problème (cahier de charge).
- ✓ Réalisation du Grafcet niveau 1 et niveau 2.

II.1. Description du fonctionnement de la chaîne de remplissage des huiles brutes

Nous opérons selon les étapes suivantes:

Au début, on implante des détecteurs de débit sur chaque sortie d'un bac, pour pouvoir assurer la présence ou l'absence d'huile (DD_1710A, DD_1710B, DD_1710C, DD_1710D) respectivement.

On s'assure que les vannes manuelles de sécurité suivantes : les vannes des bacs T_1710A, T_1710B, T_1710C et T_1710D qui se situent au début des conduites utilisées (juste à-côté des bacs), (V1, V2, V3, V4) respectivement, ensuite on a quatre pompes (P_1710A, P_1710B, P_1710C, P_1710D) respectivement, en série avec les vannes manuelles et pour assurer la fermeture et l'ouverture des canaux automatiquement, on a associé à notre chaîne des électrovannes (V_1710A, V_1710B, V_1710C, V_1710D) respectivement.

La chaîne de remplissage comporte un élément mécanique appelé « Bras de charge », qu'on a implanté sur cela un nombre de capteurs bien déterminé, afin d'assurer le bon fonctionnement de chargement, se sont : un détecteur de niveau haut (anti-débordement) situé au bout de ce bras, qui détecte l'état de la citerne qu'on doit remplir (pleine ou non), un capteur de fin de course qui détecte la position de la vanne de lancement qui est fixée sur ce bras, un autre capteur de proximité qui détecte la présence de bras dans la citerne.

A la fin, on a inséré un débitmètre sur le système, pour calculer le total de charge instantané.

Tous d'abord, on ouvre les vannes manuelles puis on place le bras dans la citerne, à l'aide d'un superviseur (pupitre) WinCC flexible intégré dans notre installation. La première étape consiste à appuyer sur le bouton principal (ON, OFF), on ne peut choisir le mode de chargement consigne ou plein, qu'après la sélection d'un bac.

Après la satisfaction des conditions (niveau bas dans la citerne, le bras est placé dans la citerne, la présence d'huile dans le bac sélectionné), la dernière à vérifier, c'est l'intervention de l'opérateur par l'ouverture de la vanne située au niveau de bras, la vanne automatique s'ouvre et la pompe correspondante se démarre, le remplissage commence. Au cours de chargement, si on est en mode consigne l'arrêt de l'opération est basé sur l'atteinte de celle-ci, sinon en mode plein c'est la désactivation de niveau haut (devient 0 logique). La figure suivante représente le schéma synoptique de système de chargement.

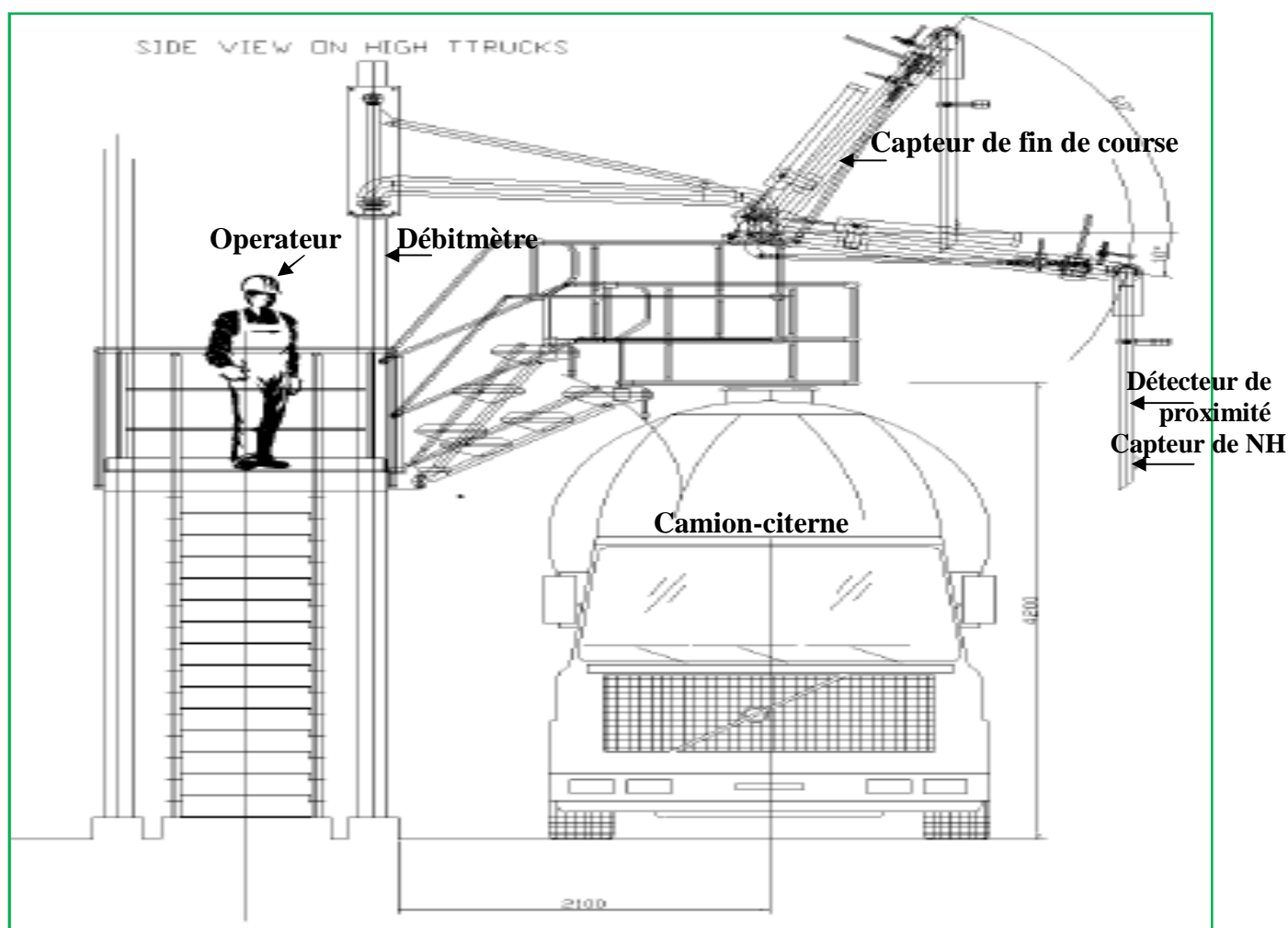


Figure II.1: schéma synoptique de système de chargement

II.2. Modélisation du système par grafcet

2.1. GRAFCET

Introduction

Le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions) est l'outil de représentation graphique de tout système automatisé dont les évolutions peuvent s'exprimer séquentiellement. Il a été conçu par l'ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie).

C'est un langage clair, strict, permettant de traduire un fonctionnement sans ambiguïté. Le GRAFCET est devenu à l'heure actuelle plus qu'un outil de description, c'est un langage de programmation graphique [4].

2.2. Histoire du GRAFCET

1975: Un groupe de travail de l'AFCEC (Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique) décide de créer une commission "Normalisation de la représentation du cahier des charges d'un automatisme logique" sous l'impulsion de Michel Blanchard.

1977: Le Grafcet est une norme française. Il y a 24 signataires. 12 d'entre eux sont universitaires, les 12 autres sont industriels.

1987: Le Grafcet est une norme internationale.

2.2.1. Éléments de grafcet

Un Grafcet est une suite d'étapes et de transitions.

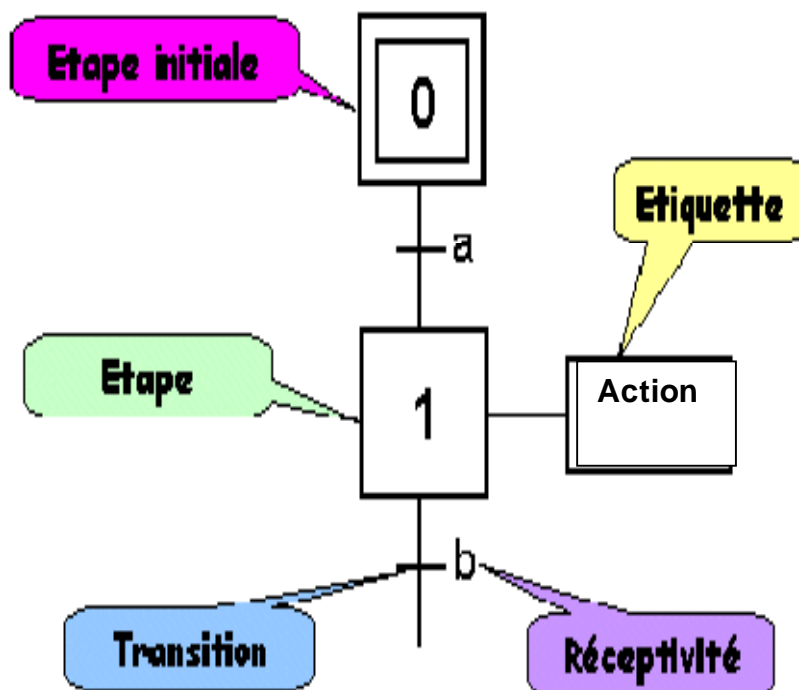
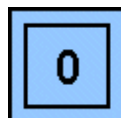


Figure II.2: éléments de grafcet

2.2.2. Règles de franchissement

Règle 1 : Les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement, on les précise par un double carré.



Règle 2 : Une transition est soit validée, soit non validée.

- Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives ;
- Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

Règle 3 : Le franchissement d'une transition entraîne :

- L'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes ;
- La désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

Comme le montre la figure suivante :

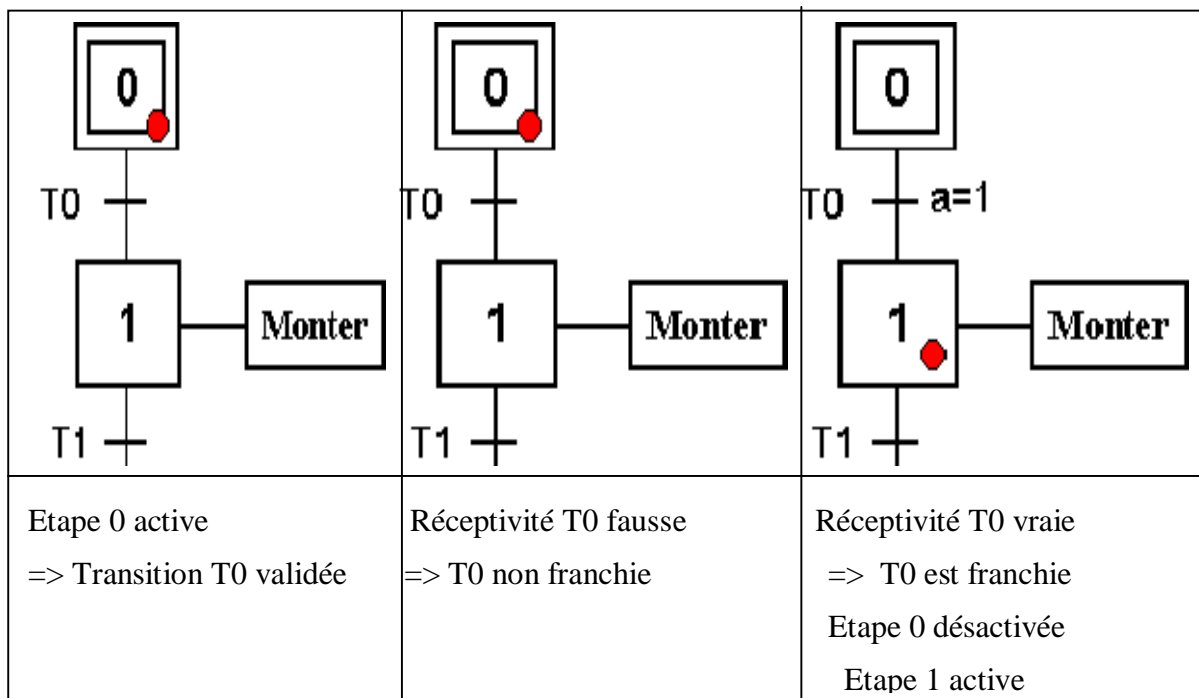


Figure II.3 : représentation des règles de franchissement

Tableau récapitulatif de la nomenclature utilisée dans notre GRAFcet niveau 2

Symbole	Signification
BP	Le bras est dans la citerne
\overline{BP}	Le bras est désélectionné
C_P-1710A	Capteur de proximité confirme La fermeture de la pompe A
C_P-1710B	Capteur de proximité confirme La fermeture de la pompe B
C_P-1710C	Capteur de proximité confirme La fermeture de la pompe C
C_P-1710D	Capteur de proximité confirme La fermeture de la pompe D
C_V-1710A	Capteur de proximité confirme La fermeture de la vanne A
C_V-1710B	Capteur de proximité confirme La fermeture de la vanne B
C_V-1710C	Capteur de proximité confirme La fermeture de la vanne C
C_V-1710D	Capteur de proximité confirme La fermeture de la vanne D
cCSG	Charger la consigne désirée
cmp CSG/v	comparer la consigne avec la valeur chargée
CSG	Consigne ou volume
CSG-a	La valeur de la consigne est atteinte
$\overline{CSG-a}$	La valeur de la consigne n'est pas atteinte
DD_T1710A	La présence d'huile dans le bac 1710A
DD_T1710B	La présence d'huile dans le bac 1710B
DD_T1710C	La présence d'huile dans le bac 1710C
DD_T1710D	La présence d'huile dans le bac 1710D
Fm 1s	Cadence (front montant 1s)
LC	lancement de charge
\overline{LC}	Fermer la vanne manuelle
NH	Niveau haut (1= la citerne est vide, 0= la citerne est pleine)
T_1710A	Sélectionner le bac T_1710A
T_1710B	Sélectionner le bac T_1710B
T_1710C	Sélectionner le bac T_1710C
T_1710D	Sélectionner le bac T_1710D

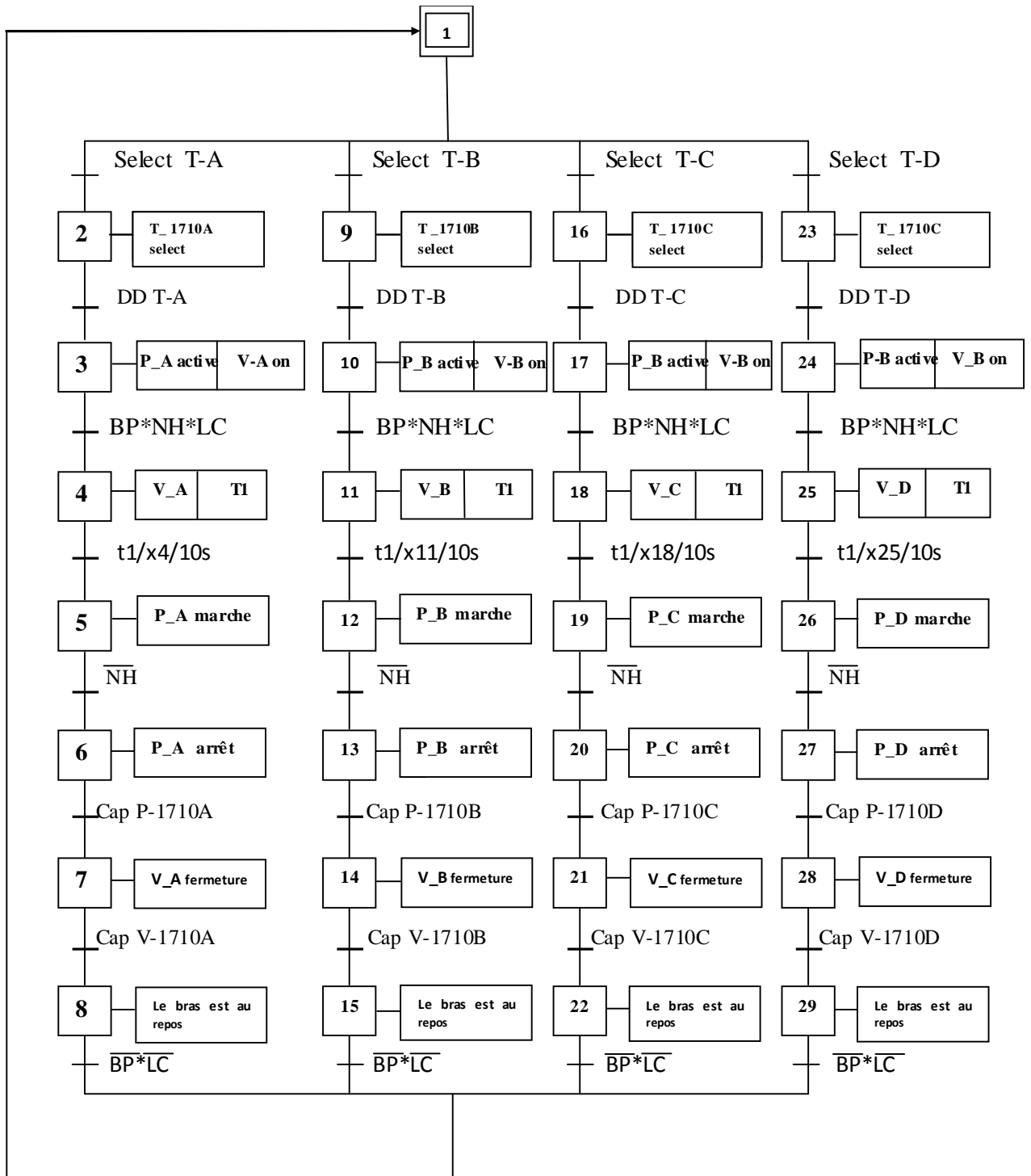


Figure II.4 : Grafset mode plein « niveau 1 »

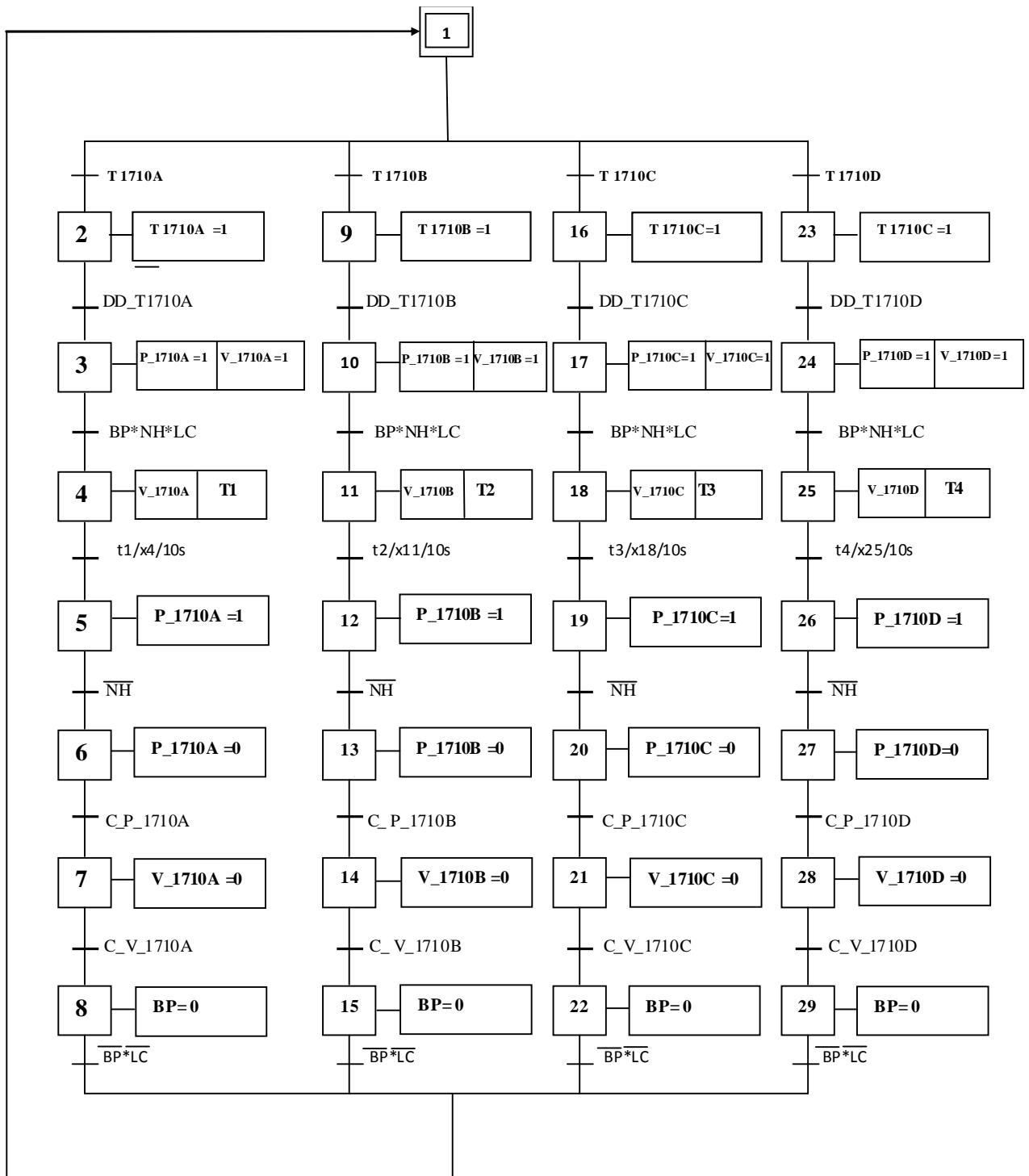


Figure II.5 : Grafcet mode plein « niveau 2 »

Figure II.6: Grafcet mode consigne « niveau 1 »

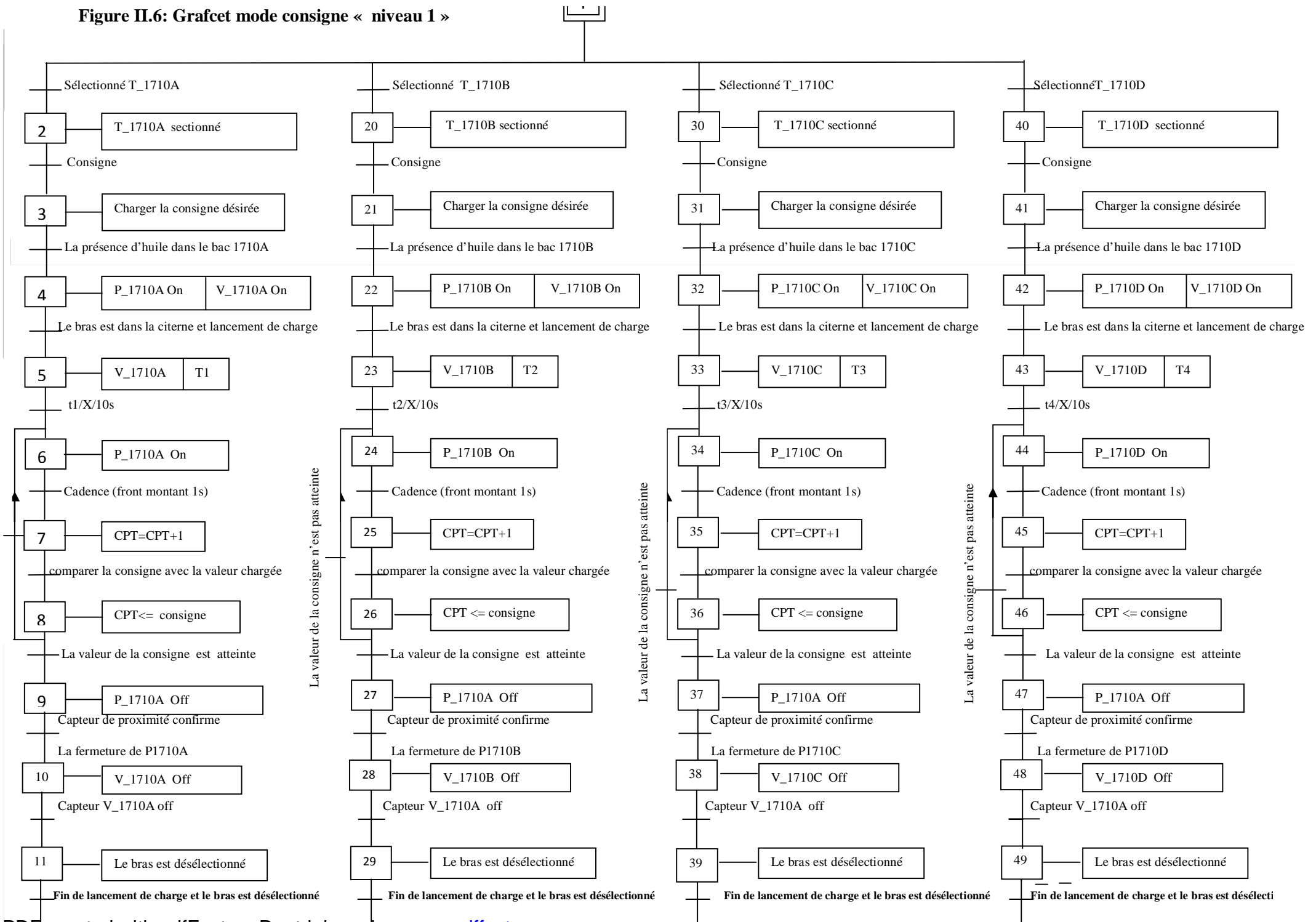
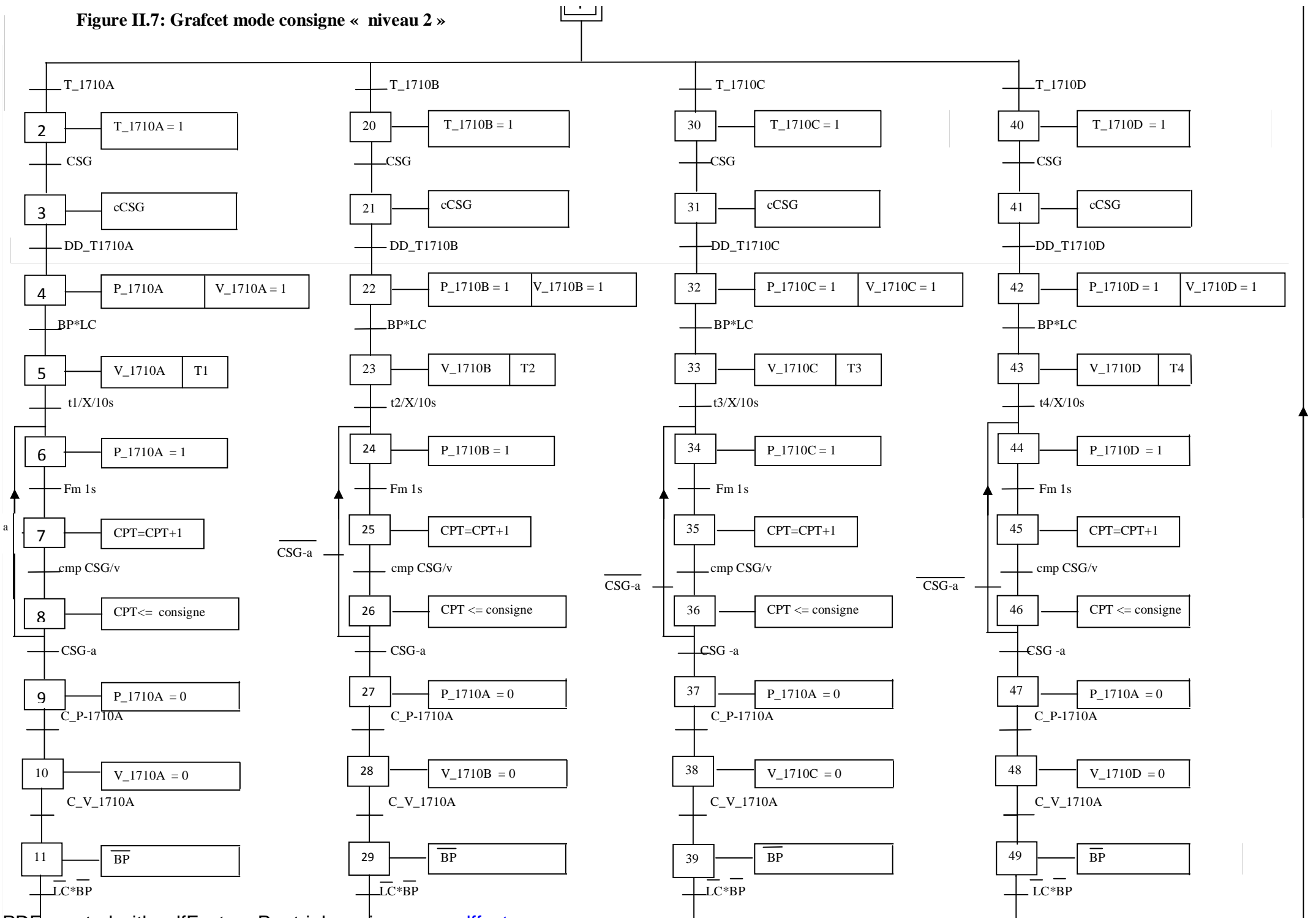


Figure II.7: Grafset mode consigne « niveau 2 »



Chapitre III

Matériel utilisés dans la station

Introduction

En raison d'une modernisation incessante des outils de production, les systèmes industriels deviennent de plus en plus complexes et sophistiqués. En parallèle, la fiabilité, la disponibilité, la sûreté de fonctionnement ainsi que la protection de l'environnement, sont devenues de véritables enjeux pour les entreprises actuelles. Des nouveaux instruments numériques sont apparus afin de prendre en compte et de résoudre ces problèmes.

L'objectif de ce chapitre est de définir et de donner les différents instruments proposés permettant d'intégrer l'unité de chargement des huiles brutes sous le système numérique.

III.1. Description générale de la pompe à volute KSB

Pompe pour le transport de tous les types d'eaux usées et chargées brutes [5].

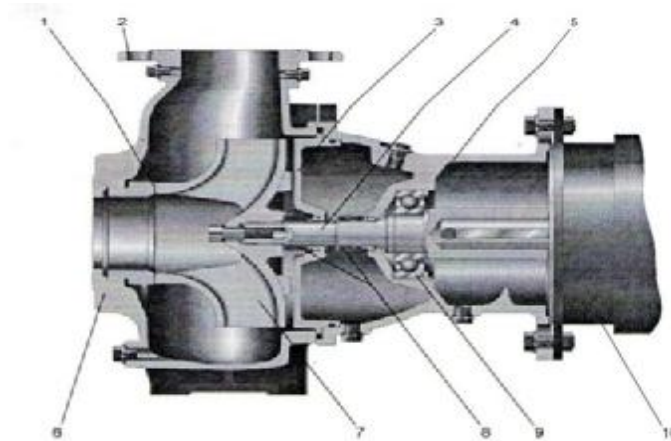
- Pompe monobloc avec garniture ;
- d'étanchéité d'arbre ;
- Moteur normalisé bridé directement sur la pompe ;
- A entrainement direct par moteur électrique.



Figure III.1: pompe à volute KSB

1.1. Conception de la pompe à volute KSB

Exécution : l'hydraulique et le moteur forment un groupe monobloc. La roue (7) et le moteur sont montés sur un arbre commun (4).



1	Jeu d'étranglement	2	Bride de refoulement
3	Fond de refoulement	4	Arbre
5	Support de palier	6	Bride d'aspiration
7	roue	8	Garniture d'étanchéité d'arbre
9	Palier à roulement	10	Moteur

Figure III.2: vue en coupe Sewabloc avec roue K

1.2. Mode de fonctionnement de la pompe à volute

Le liquide pompé entre dans la pompe à travers la bride d'aspiration (6). Il est accéléré par la roue en rotation (7) qui crée un écoulement cylindrique vers l'extérieur. Le profil d'écoulement du corps de pompe transforme l'énergie cinétique du liquide pompé en énergie de pression et le guide vers le refoulement (2) où il quitte la pompe. Le retour du liquide du corps dans l'aspiration est évité par le jeu d'étranglement (1).

Au dos de l'hydraulique l'arbre (4) traverse le fond de refoulement (3) qui délimite la chambre hydraulique. L'étanchéité vers l'atmosphère au niveau du passage de l'arbre à travers le fond de refoulement est assurée par une garniture d'étanchéité d'arbre dynamique (8). L'arbre est guidé dans un palier à roulement (9), supporté par le support de palier (5), qui est relié au corps de pompe et/ou au moteur (10).

1.3. Forces et moments autorisés agissant sur les brides de pompe

Les forces admissibles résultantes se calculent sur la base des formules suivantes. Voir annexe sewabloc.

$$F_{res D} \leq \sqrt{F_x^2 + F_z^2}$$

$$F_{res S} \leq \sqrt{F_y^2 + F_z^2}$$

Forces et moment autorisés agissant sur les brides de pompe, Les forces et moments indiqués exclusivement pour des contraintes statiques.

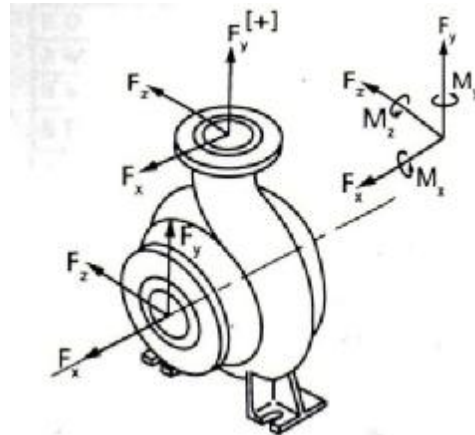


Figure III.3: Forces et moment autorisés agissant sur les brides de pompe

1.4. Caractéristiques techniques

- Plage d'utilisation : de **0 à 100m³/h** avec hauteur manométrique jusqu'à 60 m.
- Liquide pompé : propre, sans corps solides ou abrasifs, non agressif, non visqueux, non cristallisé et chimiquement neutre, proche des caractéristiques de l'eau.
- Plage de température du liquide : de -15 °C à + 110 °C.
- Température ambiante maximum : +40 °C.
- Pression maximum de service : 10 bars.

Installation : fixe, horizontale ou verticale à condition que le moteur soit positionné sur le dessus de la pompe.

Pompe

- Corps de pompe, support moteur et turbine en fonte traitée anti-corrosion y compris sur les surfaces internes.
- Arbre en acier inoxydable (coté pompe).
- Garniture mécanique en Carbon/Céramique.
- Contre-brides de série : forgées, en PN 16, plates à souder.

Moteur

- De type asynchrone, fermé, à refroidissement par ventilateur extérieur.
- Rotor monté sur roulements à billes, de haute qualité, sélectionnés pour garantir durée et silence.
- Protection à charge de l'utilisateur, selon les normes en vigueur.
- Construction selon norme CEI 2-3.
- Classe d'isolement : F.
- Voltage de série : triphasé 400 V / 50 Hz.

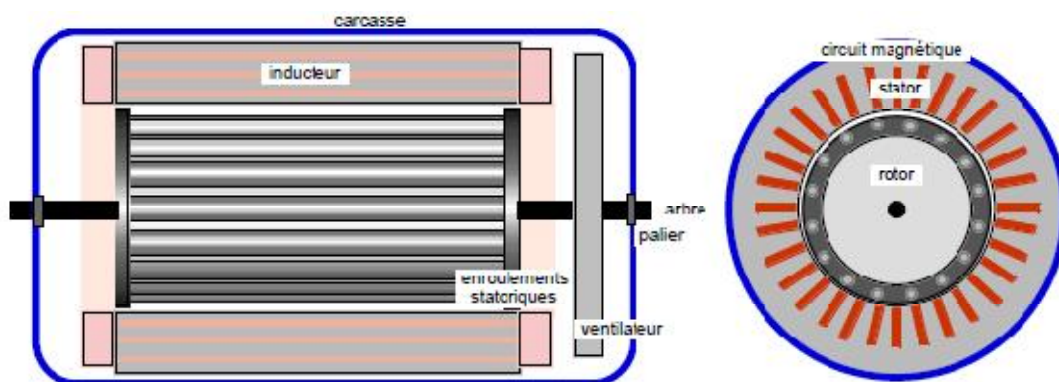


Figure III.4 : schéma simplifié d'un moteur à cage

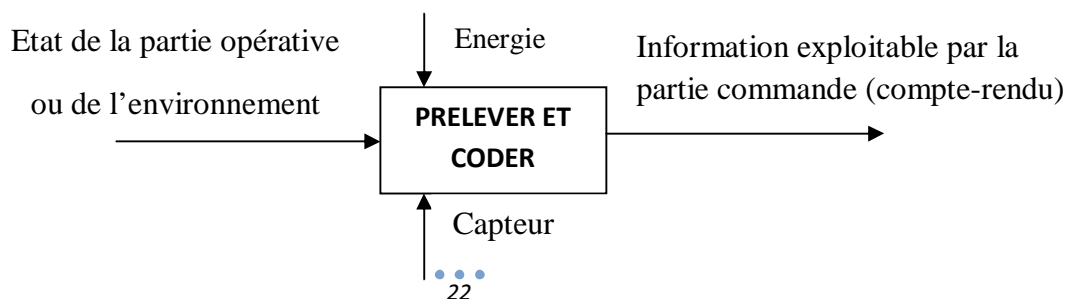
III.2. Les capteurs

2.1. Définition

Un capteur est le dispositif qui, soumis à l'action d'une grandeur physique, fournit un signal pour la partie commande [6].

Dans quelques cas, ce signal est pneumatique mais dans la grande majorité des cas, cette information se fait par l'intermédiaire d'un signal électrique.

Les capteurs d'information TOR sont aussi appelés des détecteurs.



3.2. Méthode de choix de la technologie

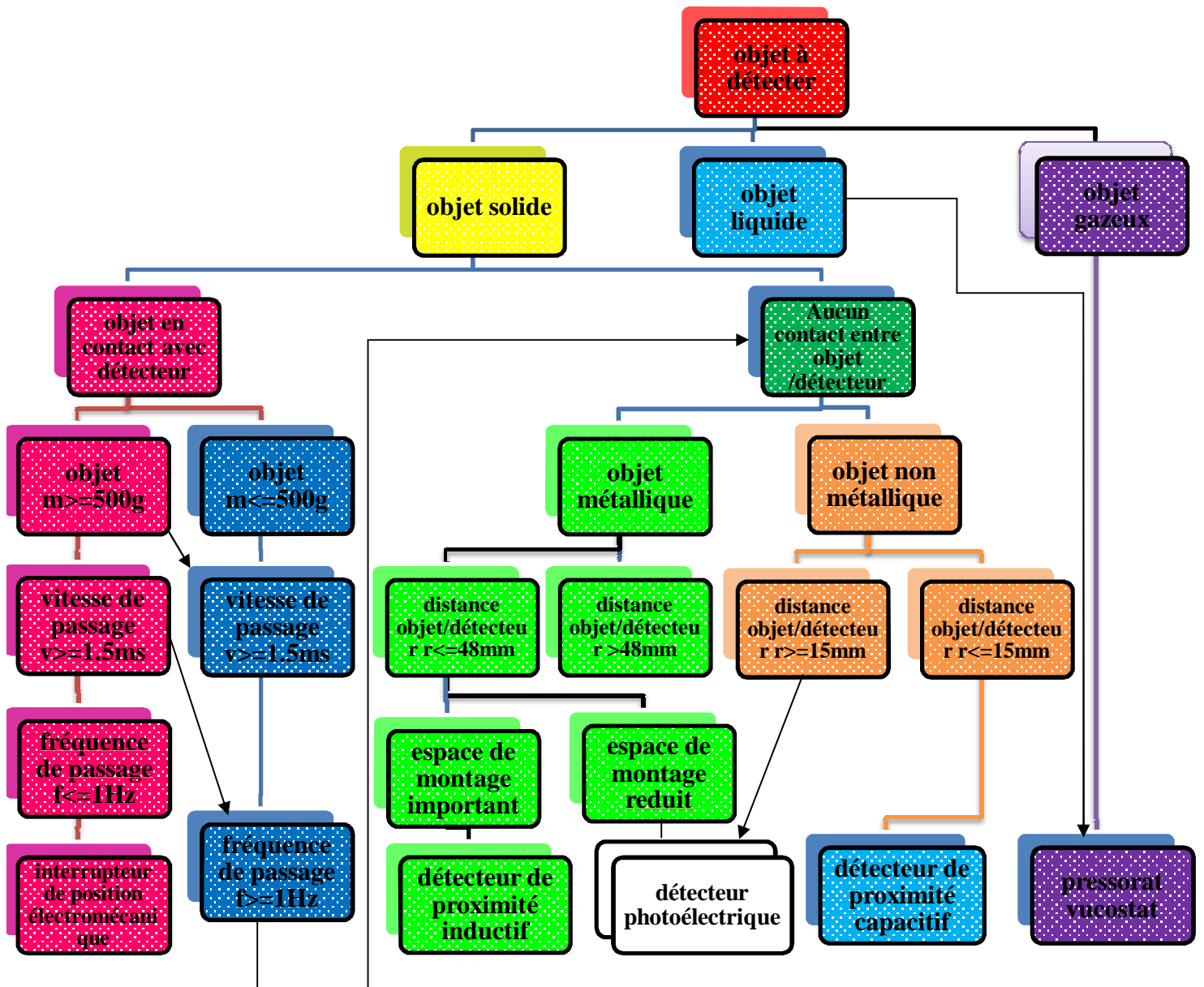


Figure III.5 : Méthode de choix de la technologie

2.3. Classification des capteurs

On classifie les capteurs en deux grandes familles en fonction de la caractéristique électrique de la grandeur de sortie. Cette classification influe sur le conditionneur qui lui est associé.

- **Capteur passif** : Le capteur passif se comporte en sortie comme un dipôle passif qui peut être résistif, capacitif ou inductif.
- **Capteur actif** : Dans ce type de capteur, la sortie est équivalente à un générateur. C'est un dipôle actif qui peut être de type courant, tension ou charge.

Dans notre installation, on s'intéressera essentiellement à cinq types de capteurs.

III.3. Types de capteurs choisis

3.1. Détecteur de proximité

Les détecteurs de proximités inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une inductance et un condensateur monté en parallèle [7].



Figure III.6 : Détecteur de proximité SIEF

Lorsque un corps métallique est placé dans son champ, des courants de **Foucault** prennent naissance dans sa masse de métal, il y a une perturbation de champ qui entraîne une réduction de l'amplitude des oscillations au fur et à mesure de l'approche de l'objet métallique jusqu'au blocage complet. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie, le capteur commute.

3.2. Contacts de fins de courses

Les détecteurs de position « fins de course » inductifs ne réagissent qu'aux métaux ou aux objets présentant une excellente conductibilité. Les capteurs capacitifs sont sollicités en plus par l'approche de matériaux isolants à constante diélectrique supérieure à 1.

Dans notre cas, on a choisi le type suivant :

- **Caractéristiques de capteur 871C Tubulaire mini**



Figure III.7 : capteur 871C Tubulaire mini

- Petit boîtier idéal pour la détection de petites pièces et les applications robotisées et à mâchoires,
- Cylindre en acier inoxydable et face de détection en plastique,
- Electronique totalement intégrée,
- Fréquence de commutation élevée (≥ 3 kHz).

Diamètre boîtier/ dimensions (mm)	Distance nominale de détection blindée (mm)	Classification boîtier	C.C.3fils
3 cylindres lisse	0,6 & 1	IP67	Ü
4 cylindres lisse	0,8 & 1		
4	0,8 & 1,5		
5	1 & 1,5		

Tableau III.1 : Caractéristiques de capteur 871C Tubulaire mini

3.3. Détecteur de débit

Il sert à détecter la présence d'huile dans les canaux qui suit les bacs, est pour cela, on a choisi le détecteur suivant : Capteur de pression SDET.

ø Description de capteur de pression SDET

- Plage de mesure de la pression de 0,1 à 100 bar,
- Collier pour tube compris dans la fourniture.
- Sortie analogique 0 ... 10 V ou 4 ...20 mA,
- Mesure de la pression relative,
- Résistance à l'eau et à l'huile,
- Surveillance de pression de gaz et de liquides.

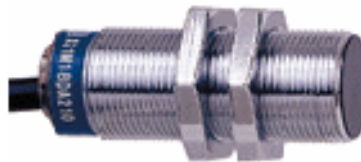


Figure III.8: Capteur de pression SDET

3.4. Capteur de niveau haut

Le SITRANS LVL100 est un détecteur compact à lame vibrante pour liquides et boues liquides : anti-débordement, niveau haut, bas, consigne spécifique, et protection des pompes. Ce capteur est idéal pour les espaces confinés [8].



Figure III.9: Capteur de niveau haut le SITRANS LVL100

3.4.1. Avantages capteur de niveau haut le SITRANS LVL100

- Technologie éprouvée pour la détection de niveau de liquides,
- Lames très courtes de 40 mm (1.57") pour espaces confines,
- Surveillance de défauts : corrosion, arrêt de vibration, rupture de ligne aux éléments piézo,
- Fonction intégrée d'autodiagnostic de fonctionnement.

3.4.2. Domaine d'application

Le SITRANS LVL100 est conçu pour la détection de niveau dans les liquides et les boues liquides. Ce détecteur compact convient à tous les secteurs de la technique des procédés.

Dote de lames de dimensions réduites (40 mm/1.57"), le SITRANS LVL100 s'adapte aisément aux tuyauteries étroites et aux espaces confins. Il peut être utilisé quasi indépendamment des propriétés chimiques et physiques du liquide à mesurer. Le LVL100 est efficace dans des conditions de mesure difficiles : turbulences, bulles d'air, formation de mousse, colmatages, fortes vibrations environnantes ou variations de produits.

La fourche est amenée à sa fréquence de résonance (1200 Hz) par un entraînement piézoélectrique.

Le dépôt de produit sur la fourche entraîne une modification de l'amplitude de vibration.

L'électronique du capteur détecte cette variation et provoque la commutation. L'électronique intégrée exploite le signal de niveau et délivre un signal de commutation aux appareils connectés.

- **Principales applications**

Mesure de niveau de liquides et boues liquides, protection anti-débordement.

3.5. Détecteur de débit

3.5.1. Débitmètre à effet Coriolis

Pour notre installation on a besoin d'un débitmètre Endress+Hauser de type Promass 63 (figure ci-dessous) [9].



Figure III.10: débitmètre Promass 63 Endress+Hauser

3.5.2. Domaines d'application

Le système de mesure Promass 63 permet de mesurer le débit massique et volumique de nombreux produits très divers :

- chocolat, lait condensé, sirop,
- huiles, graisses,
- acides, bases, peintures, vernis,
- produits pharmaceutiques, catalyseurs, inhibiteurs suspensions, gaz.

Le système mesure également la densité et la température du produit. Aussi est-il possible de mesurer d'autres grandeurs comme le débit volumique.

Promass 63 trouve son terrain de prédilection sur les applications suivantes :

- mélange et dosage de matières premières,
- régulation de Process,
- mesure de produit à densité variable,
- commande et surveillance de la qualité de produit.

Son utilisation très répandue dans les industries agro-alimentaire, pharmaceutique, chimique, pétrochimique. Le système de mesure comprend.

- Le transmetteur **Promass 63**.
- Le capteur **Promass A, I, M, ou F**.

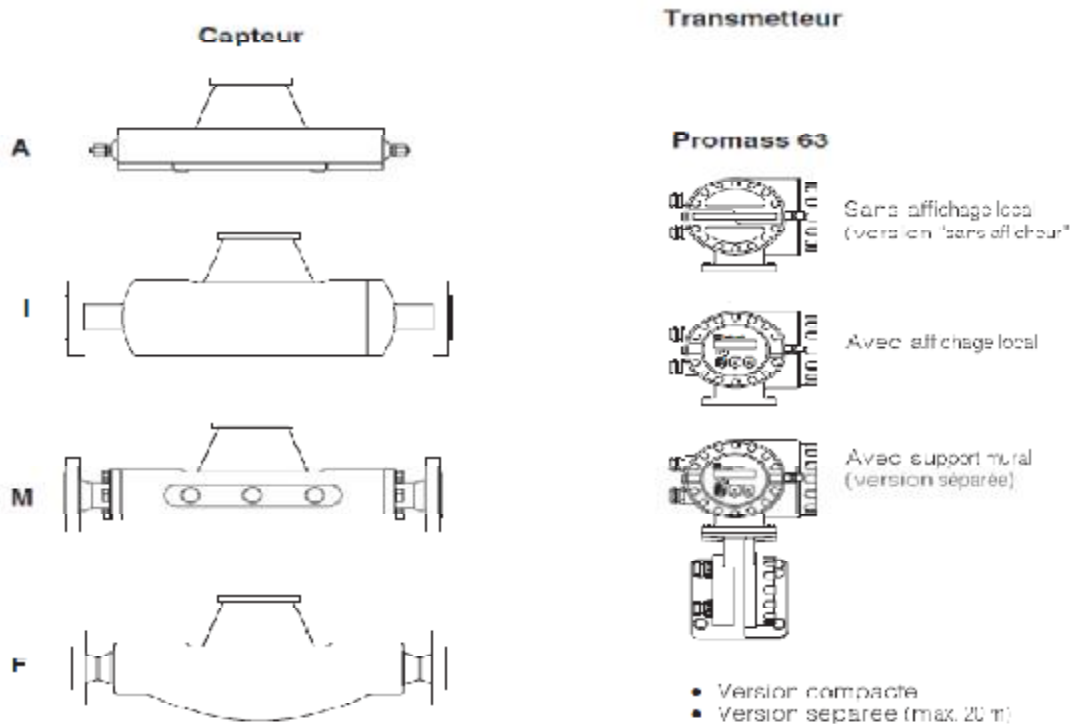


Figure III.11: les composants du débitmètre Endress+Hauser Promass 63

A DN 1 à 4 : pour débits extrêmement faible, système monotube en acier inox ou Hastelloy C-22.

I DN 8 à 50 : système monotube droit en titane, exécution entièrement soudée.

M DN 8 à 80 : deux tubes de meure droit en titane, enceinte de confinement sous pression max 100 bar.

DN 8 à 25 : version haute pression pour pression de système jusqu'à 350 bar.

F DN 8 à 100 : deux tubes de meure courbes en inox ou Hastelloy C-22 (seulement DN 8 à 80). Exécution entièrement soudée.

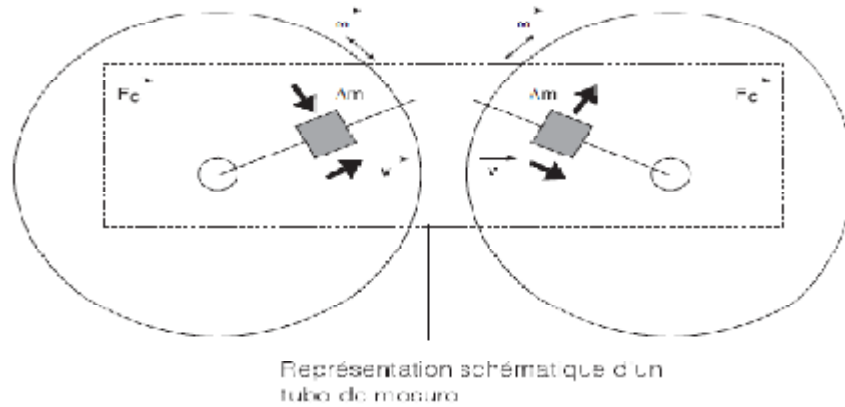


Figure III.12 : Force de Coriolis dans les tubes de mesure

3.5.3. Principe de mesure

La mesure repose sur le principe de la force de Coriolis. Cette force est générée lorsqu'un système est simultanément soumis à des mouvements de translation et de rotation.

$$\vec{F}_C = 2 * \Delta m (\vec{\omega} * \vec{v});$$

\vec{F} = force Coriolis;

Δm = masse déplacée ;

$\vec{\omega}$ = vitesse de rotation ;

\vec{v} = vitesse radiale dans le système en rotation ou en oscillation.

La force de Coriolis dépend de la masse déplacée Δm , de sa vitesse v , donc du débit massique.

3.5.4. Systèmes de mesure compensés (Système à 2 tubes)

La compensation du système est obtenue par une oscillation en opposition de phase des deux tubes de mesure: Le Promass exploite une oscillation à la place d’une vitesse de rotation constante ω . Pour les Promass M et F les deux tubes de mesure traversés par le produit oscillent en opposition de phase et forment en quelque sorte un “diapason”.

La force de Coriolis exercée sur les deux tubes de mesure génère un déphasage des oscillations de tubes (voir figure III.14) :

- Lorsque le débit est nul, c’est-à-dire pas d’écoulement, les deux phases sont identiques (1).
- Lorsqu’il y a un débit massique, l’oscillation est temporisée côté entrée (2) et accélérée côté sortie (3).

Le déphasage (A-B) est directement proportionnel au débit massique. Les oscillations des tubes sont transmises par des capteurs électrodynamiques à l’entrée et à la sortie.

La température, la pression, la viscosité, la conductivité et le profil d’écoulement n’ont qu’une influence négligeable sur le principe de mesure.

Donc on aura le débit massique comme suit :

$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{2.\pi.f} = m$$

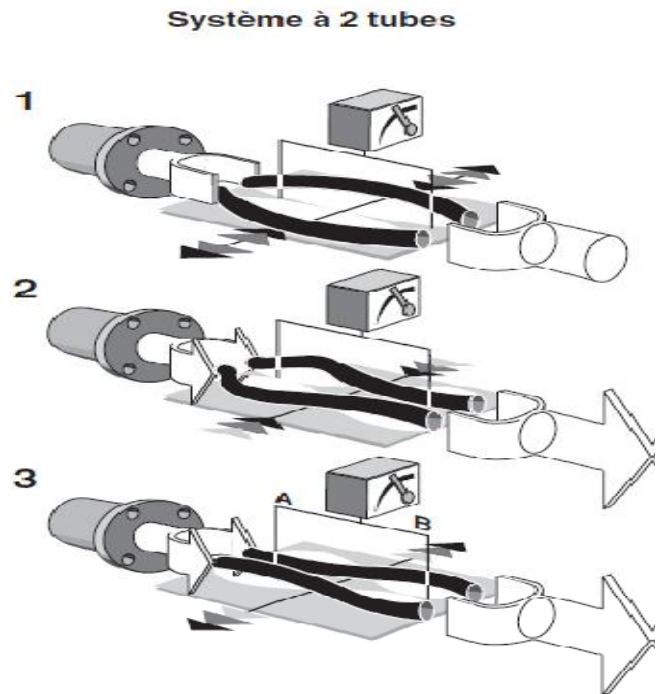


Figure III.13: systèmes de mesure compensée (Système à 2 tubes)

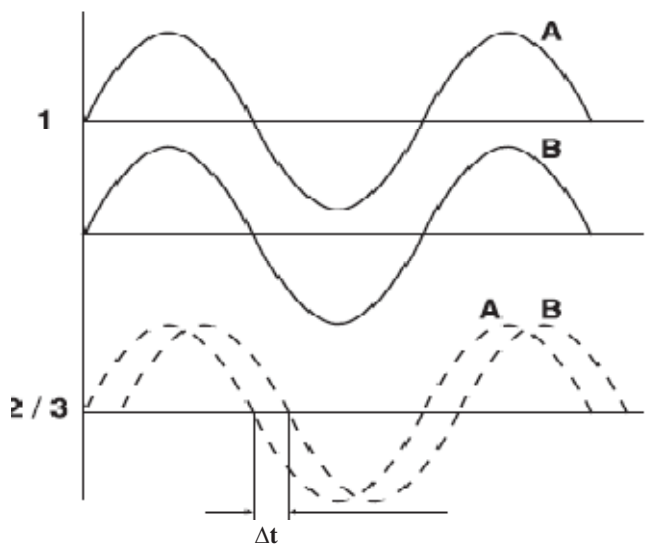


Figure III.14: Déphasage de fréquence d’un système a deux tubes

3.5.5. Conseils de montage

- En principe, le débitmètre ne nécessite aucun support de montage.
- Les vibrations de l'installation n'ont aucune influence sur le fonctionnement du débitmètre en raison de la fréquence de résonance élevée des tubes de mesure.
- Pour les capteurs ayant un poids propre important prévoir un support pour des raisons mécaniques et pour protéger la conduite.

III.4. Vannes Tout Ou Rien(TOR)

Pour ce type de vanne, la section de passage du fluide est égale à 0% ou 100% de la section de passage à pleine ouverture, selon la forme du siège de vanne et la disposition du clapet, deux positions de sécurité sont possibles en cas de manque de pression sur la membrane ou de coupure d'alimentation :

- En cas de coupure d'alimentation la vanne se ferme, ce type est placé généralement à l'entrée et à la sortie de la chaîne.
- En cas de coupure d'alimentation la vanne s'ouvre.

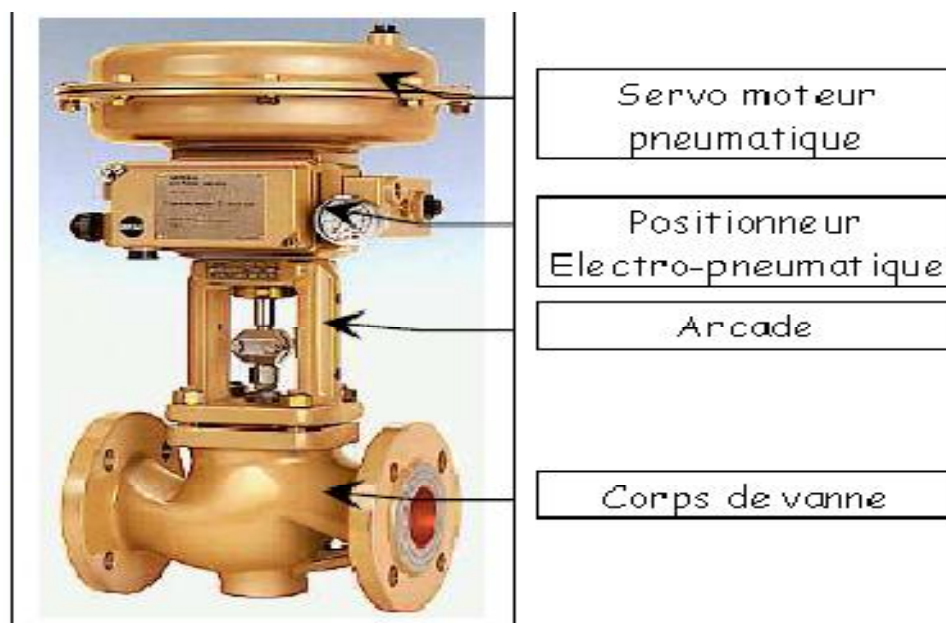


Figure III.15 : image réelle d'une électrovanne T.O.R

4.1. Structure

Quelque soit le fabricant, le type de vanne ou sa génération, une vanne est toujours décomposable technologiquement en 2 parties :

- La vanne (Corps de vanne, siège, clapet),
- L'actionneur (Arcade, servomoteur).

Ø Accessoires pneumatiques

Toute installation pneumatique nécessite forcément un ensemble d'accessoires qui assurent son bon fonctionnement. A titre d'exemple nous citerons :

Les silencieux d'échappement : ils permettent l'assourdissement de l'évacuation de l'air pour assurer un certain confort dans l'utilisation de l'énergie pneumatique.

Les graisseurs d'air : ils servent à éviter la corrosion et à améliorer les glissements.

Les vannes d'échappement rapides : elles sont utilisées pour permettre l'évacuation rapide d'une grande quantité d'air comprimé.

Les régulateurs de débits : ils permettent de contrôler le débit d'air passant.

Les clapets anti retour : ils permettent de bloquer l'air passant dans un sens désiré.

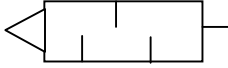


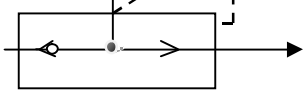
Accessoires	Symbole pneumatique
Les silencieux d'échappement	
Les régulateurs de débits	
Les clapets anti retour	
Les vannes d'échappement rapides	

Tableau III.2 : symboles des accessoires pneumatiques

Le choix de la technologie de la vanne va faire intervenir de très nombreux critères:

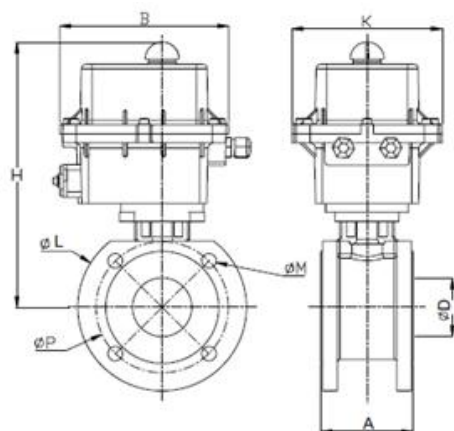
- La nature du fluide traité.
- L'agressivité mécanique et/ou chimique du fluide.
- La température de fonctionnement.
- La pression du fluide en amont et en aval.
- Les dispositifs anti cavitation.
- Les dispositifs limitant le bruit.
- Le niveau d'étanchéité souhaité entre siège et clapet.
- Circulation du fluide en 1 sens ou 2 sens.
- La force ou le moment à développer pour mouvoir le clapet.
- Le poids, l'encombrement.
- Raccordement aux conduites.
- La maintenabilité (SAV, facilité de montage/démontage).
- Le prix.
- Les délais de livraison.

4.2. Description de la vanne à bille

- Vanne Inox.
- Raccordement entre brides.
- DN15 à DN50 = PN40.
- DN65 à DN100 = PN16.
- Pression de service : 16 Bar.
- Température fluide : -20°C +150°C.
- Commande manuelle de secours.
- Limiteur de couple.
- Température actionneur.



Figure III.16: vanne à bille



G	DN	Type	Type	D	L	P	A	M	B	K	H
1/2"	15	SR35	SRX35	15	95	65	40	M12x1,75	195	165	249
3/4"	20	SR35	SRX35	20	105	75	44	M12x1,75	195	165	253
1"	25	SR35	SRX35	25	115	85	53	M12x1,75	195	165	254
1 1/4"	32	SR35	SRX35	32	135	100	58,4	M16X2	195	165	258
1 1/2"	40	SR60	SRX60	38	145	110	62	M16X2	195	165	265
2"	50	SR60	SRX60	50	155	125	78	M16X2	195	165	275
2 1/2"	65	SR60	SRX60	65	185	145	100	M16X2	195	165	294
3"	80	SR100	SRX100	76	200	160	120	M16X2	195	165	312
4"	100	SR100	SRX100	96	220	180	152	M16X2	195	165	321

Figure III.17: Dimensions de la vanne à bille

Conclusion

Ce chapitre avait comme objectif de présenter une description détaillée de différents instruments utilisés. Les cahiers de charge de ces instruments sont prescrits afin de satisfaire les conditions de travail de la chaîne de remplissage.

L'étude de la rénovation de la chaîne a aboutit à la proposition de la mise en place de nouveaux instruments, les quels sont non seulement disponibles sur le marché mais sont aussi fiables et assurent plus de sécurité que les instruments obsolètes utilisés jusqu'ici.

Chapitre IV

SIMATIC

STEP 7

Version 5.4

Automatisation de la station

simatic

SIEMENS

IV.1. Les systèmes automatisés de production

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible. Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée [10].

Le système automatisé est soumis à des contraintes, énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

IV.2. Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous :

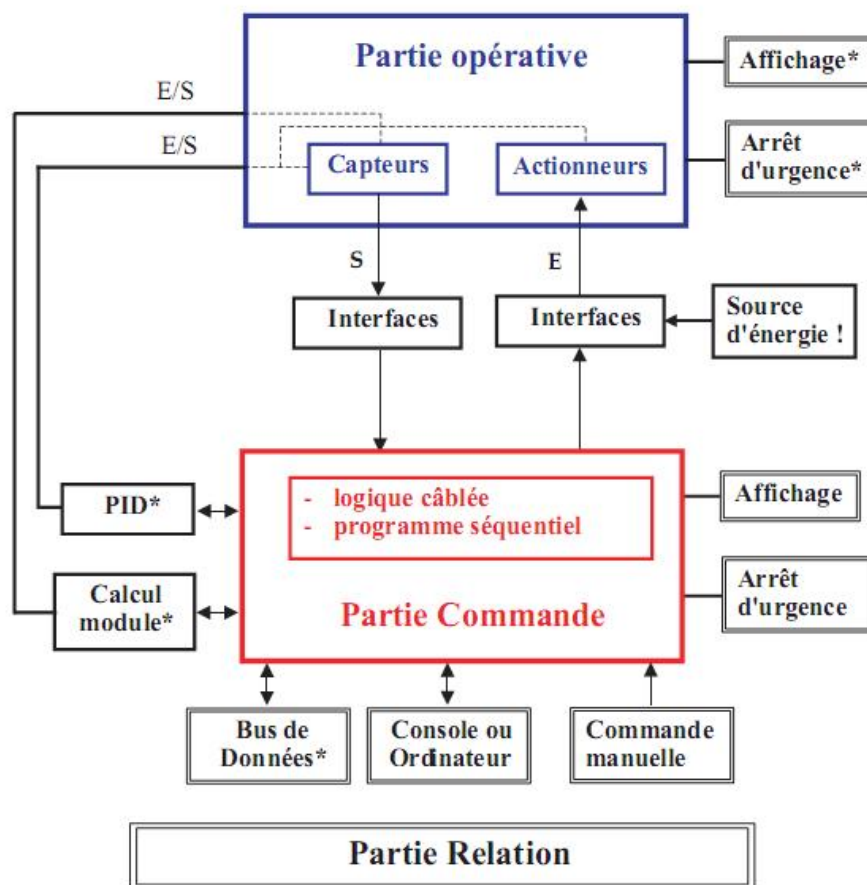


Figure IV.1 : Structure d'un système automatisé

a. partie opérative

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.

b. Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les prés actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. **Exemple** : contacteur, distributeur ...

Ces prés actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations.

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

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée), elle va commander les prés actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande et/ou de supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

2.1. Poste de contrôle

Ce poste est composé de pupitres de commande et de signalisation. Il permet à l'opérateur de commander les systèmes (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue (interface homme-machine (IHM)).

2.2. Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type :

- **Tout ou rien (TOR)** : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...

- **Analogique** : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température)

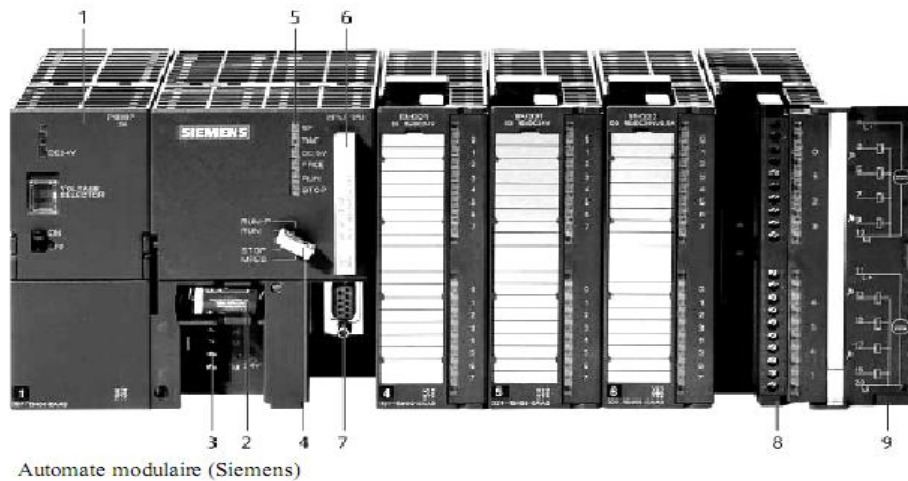
- **Numérique** : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

2.3. Architecture des automates

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire. De type compact, on distingue les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des micro-automates.

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

Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes. De type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces E/S résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Automate modulaire (Siemens)

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

Figure IV.2 : Un automate S7-300

IV.3. Programmation sous STEP 7

Comme tout système à microprocesseur, les Automates programmables fonctionnent sur la base d'un programme qui lui définit les tâches à exécuter. La structure logicielle qui assure le fonctionnement d'un automate se compose de deux parties bien distinctes :

- ✓ Programme système (ou système d'exploitation).
- ✓ Programme utilisateur.

a. Système d'exploitation

Le système d'exploitation, contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et procédures dans la CPU qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique. Ses tâches sont les suivantes :

- ✓ le déroulement du démarrage et du redémarrage,
- ✓ l'actualisation de la mémoire image des entrées et l'émission de la mémoire image des sorties,

- ✓ l'appel du programme utilisateur,
- ✓ l'enregistrement des alarmes et l'appel de programme de gestion des alarmes,
- ✓ la détection et le traitement d'erreurs,
- ✓ la gestion des zones de mémoire,
- ✓ la communication avec des consoles (ou pc) de programmation et d'autres partenaires de communication.

La modification des paramètres par défaut du système d'exploitation permet d'influer sur le comportement de la CPU dans des domaines précis.

b. Programme utilisateur

C'est le programme qui assure la gestion de l'installation industrielle pour laquelle il est destiné (gestion des sorties en fonction de l'état des entrées).

A leur sortie d'usine, les automates ne contiennent aucun programme utilisateur. C'est l'automaticien qui développe ces programmes sur PC (ou console de programmation) conformément à l'automatisme.

Ce programme doit contenir toutes les fonctions nécessaires au traitement des tâches d'automatisation spécifique. Il doit entre autres :

- déterminer les conditions pour le démarrage à chaud et le redémarrage de la CPU (par exemple : initialiser des signaux),
- traiter des données du processus (par exemple, combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques, définir des signaux binaires pour la sortie, écrire des valeurs analogiques),
 - réagir aux alarmes,
 - traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

3.1. Le progiciel STEP 7

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC et qui s'exécute sous un environnement Windows à partir d'une console de programmation ou d'un PC.

STEP 7 assiste l'utilisateur dans toutes les phases du processus de création des solutions d'automatisation, comme par exemple :

- ✓ la création et la gestion de projets,
- ✓ la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication,
- ✓ la gestion des mnémoniques,
- ✓ la création de programmes, par exemple pour les systèmes cible s7,
- ✓ le chargement de programmes dans des systèmes cible,
- ✓ le test de l'installation d'automatisation,
- ✓ le diagnostic lors de perturbations de l'installation.

3.2. Langages de programmation de STEP 7

STEP 7 présente trois modes de programmation possibles qui peuvent être combinés dans le même programme :

- ✓ Programmation à schéma logique (LOG).
- ✓ Programmation à schéma à contacte (CONT).
- ✓ Programmation à liste d'instruction (LIST).

3.2.1. Le schéma à contacts (CONT)

C'est un langage de programmation graphique dont l'avantage réside dans le fait qu'il utilise des symboles très proches de ceux utilisés dans les schémas électriques à contact (Schéma à relais). En milieu industriel, ce type de langage permet l'adoption, sans effort particulier, d'un automate programmable par des utilisations de tout niveau, en particulier par des techniciens d'entretien puisqu'il facilite les opérations de maintenance et de dépannage par la parfaite correspondance avec les circuits classiques à relais.

3.2.2. Liste d'instruction (LIST)

LIST est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).

Un programme d'automate exprimé en langage liste est une suite d'instruction littérale où chaque instruction comprend un code opération et un opérande.

3.2.3. Le logigramme (LOG)

C'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

3.3. Structuration du programme

√ Programmation linéaire et programmation structurée

a. Programmation linéaire

Le programme utilisateur peut s'écrire en entier en une seule liste ou dans un seul bloc (programmation linéaire) où les instructions s'exécutent les une après les autres jusqu'à la fin. Cela n'est toutefois recommandé que pour des programmes simples s'exécutant sur des CPU d'une mémoire peu importante. Le développement d'un tel programme par cette méthode devient difficilement gérable lorsque ce dernier dépasse un certain volume.

b. Programmation Structurée

La programmation structurée consiste à subdiviser un programme plus ou moins complexe en plusieurs sous-programmes (SR) où chacun des ces sous-programmes est développé pour exécuter une tâche ou fonction spécifique. Un autre programme dit programme principal sera chargé de gérer ces sous-programmes (ces sous-programmes peuvent être des tâches périodiques, tâches événementielles ou des fonctions prédéfinies) et d'en faire appel autant de fois qu'il est nécessaire.

3.4. Types de Blocs dans le programme utilisateur sous STEP 7

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes (blocs). Il en résulte les avantages suivants :

- ü écrire des programmes importants mais clairs,
- ü standardiser certaines parties du programme,
- ü simplifier l'organisation du programme,
- ü modifier facilement le programme,
- ü simplifier le test du programme, car il peut être exécuté section par section,
- ü faciliter la mise en service.

Les principaux blocs utilisés pour la programmation sous STEP 7 sont :

a. Les blocs d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation selon leur priorité et gèrent le traitement des programmes cycliques et déclenchés par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

Les blocs d'organisation définissent l'ordre (événements de déclenchement) dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.

- **Bloc d'organisation de traitement cyclique (OB1)**

Le bloc d'organisation OB1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. On programme, dans l'OB1, des appels correspondant aux blocs fonctionnels FB ou aux fonctions FC ou à d'autres types de structures. L'OB1 ne peut être appelé que par le programme système dès que l'exécution du programme de mise en route est achevée.

- **Blocs d'organisation de mise en route**

Les blocs d'organisation de mise en route permettent de définir les conditions dans lesquelles l'automate programmable doit être démarré. L'appel de ces blocs se fait après la mise sous tension de la CPU qui se trouve en mode de fonctionnement marche 'RUN ou RUN-P'. On distingue entre les modes de mise en route suivants :

- Redémarrage (n'existe pas pour les S7-300 et S7-400H).
- Démarrage à chaud.
- Démarrage à froid.

- **Blocs d'organisation pour l'alarme horaire (OB10 à OB17)**

Les CPU S7 mettent à la disposition de l'utilisateur des OB d'alarme horaire pouvant être traités à une date donnée ou à des intervalles de temps définis. Les alarmes horaires peuvent être déclenchées :

- Une seule fois à un moment donné (indication de temps absolue avec date).
- Périodiquement avec indication du commencement et de la fréquence de répétition (Par exemple, toutes les minutes, toutes les heures, tous les jours).

- **Blocs d'organisation pour l'alarme temporisée (OB20 à OB23)**

L'utilité des OB d'alarme temporisée est de programmer l'exécution retardée de certaines parties du programme utilisateur.

- **Blocs d'organisation pour l'alarme cyclique (OB30 à OB38) :** Des OB d'alarme cyclique sont mis à la disposition de l'utilisateur par les CPU S7 dont le but est d'interrompre le traitement de programme cyclique à des intervalles de temps précis. Le moment de déclenchement de la période est le passage de l'état de fonctionnement "Arrêt" (STOP) à l'état "Marche" (RUN).

- **Blocs d'organisation pour l'alarme de processus (OB40 à OB47)**

Les OB d'alarme de processus réagissent à des signaux provenant des modules de l'automate (modules de signaux SM, processeurs de communication CP, modules de fonction FM). Un signal d'alarme, issu de ces modules, invite la CPU à interrompre l'exécution cyclique et entreprendre l'exécution d'un programme de réaction spécifique avant de reprendre l'exécution cyclique à l'endroit de l'interruption.

- **Blocs d'organisation pour le traitement d'erreurs (OB70 à OB87 / OB121 à OB122)**

Les erreurs que les CPU S7 détectent et auxquelles elles peuvent réagir à l'aide de blocs d'organisation sont classables en deux catégories :

- Erreurs synchrones (OB121, OB122) : ces erreurs peuvent être associées à une partie précise du programme utilisateur ; l'erreur apparaît pendant le traitement d'une opération précise. Si l'OB d'erreurs synchrones correspondant n'est pas chargé, la CPU passe à l'état "Arrêt" (STOP) à l'apparition d'une telle erreur.

- Erreurs asynchrones (OB 70 à OB87) : ces erreurs ne peuvent pas être directement associées au programme utilisateur traité ; il s'agit d'erreurs de classe de priorité, d'erreurs dans l'automate programmable (par exemple, module défaillant) ou d'erreurs de redondance. Si l'OB d'erreur asynchrone correspondant n'est pas chargé, la CPU passe à l'état "Arrêt" (STOP) à l'apparition d'une telle erreur.

b. Les blocs fonctionnels (FB)

Les blocs fonctionnels sont subordonnés aux blocs d'organisation. Ils renferment une partie du programme qui peut être appelée dans l'OB1 ou dans 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.

c. Les blocs (FC)

Une fonction FC est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales qui sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc en vue de :

• renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonctions mathématiques),

• exécuter une fonction technologique (exemple : commande individuelle avec combinaison binaire).

d. Les blocs de données (DB)

Dans les blocs de données, sont mémorisées les données nécessaires au traitement du programme et les données affectées à chaque bloc fonctionnel. On distingue deux types de blocs de données :

• Blocs 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, il existe cinq instances de ce bloc.

- **Blocs de données globaux**

Contrairement aux blocs de code, les blocs de données ne contiennent pas d'instructions STEP 7 ; ils servent à l'enregistrement des données du programme utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs: ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise.

IV.4. Création d'un projet S7 avec configuration matérielle

Les procédures qui permettent de créer un projet sous STEP7, afin de configurer et programmer le système de chargement des huiles brutes (SCHB), sont les suivantes :

1. Lancer **SIMATIC Manager** par un double clic sur son icône.



SIMATIC Manager

2. La fenêtre suivante permet de passer aux étapes de la création du projet.



Figure IV.3: Fenêtre de création du projet

- un clic sur **Aperçu** permet d'afficher ou de masquer la structure du projet créé.
- Pour passer à l'étape suivante, cliquer sur **Suivant**.

3. La fenêtre qui s'affiche permet de choisir la CPU.



Figure IV.4 : CPU 315-2DP sélectionnée

4. Après validation de la CPU sélectionnée, choisir les blocs d'organisation à insérer et le langage de programmation (LIST, CONT, LOG) à partir de la fenêtre suivante et valider en cliquant sur suivant :



Figure IV.5 : Sélection des blocs et choix du langage

5. la figure qui suit permet de nommer le projet et de le créer en cliquant sur **Créer**.

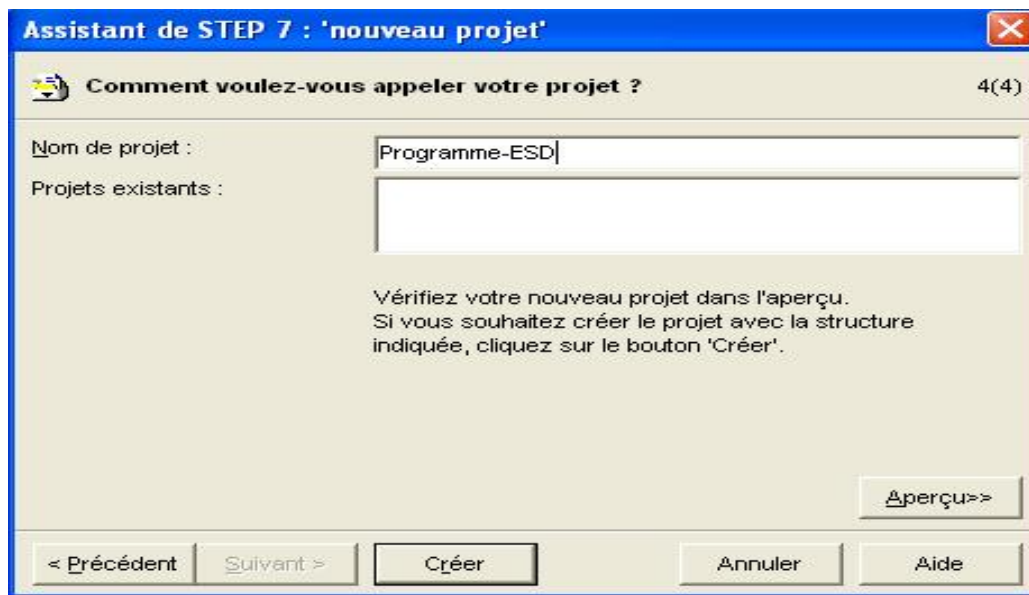


Figure IV.6: Nomination et Création du projet

6. Après l'exécution de la commande **Créer**, SIMATIC Manager s'ouvre avec la fenêtre du projet nouvellement créé comme illustré sur la figure suivante :

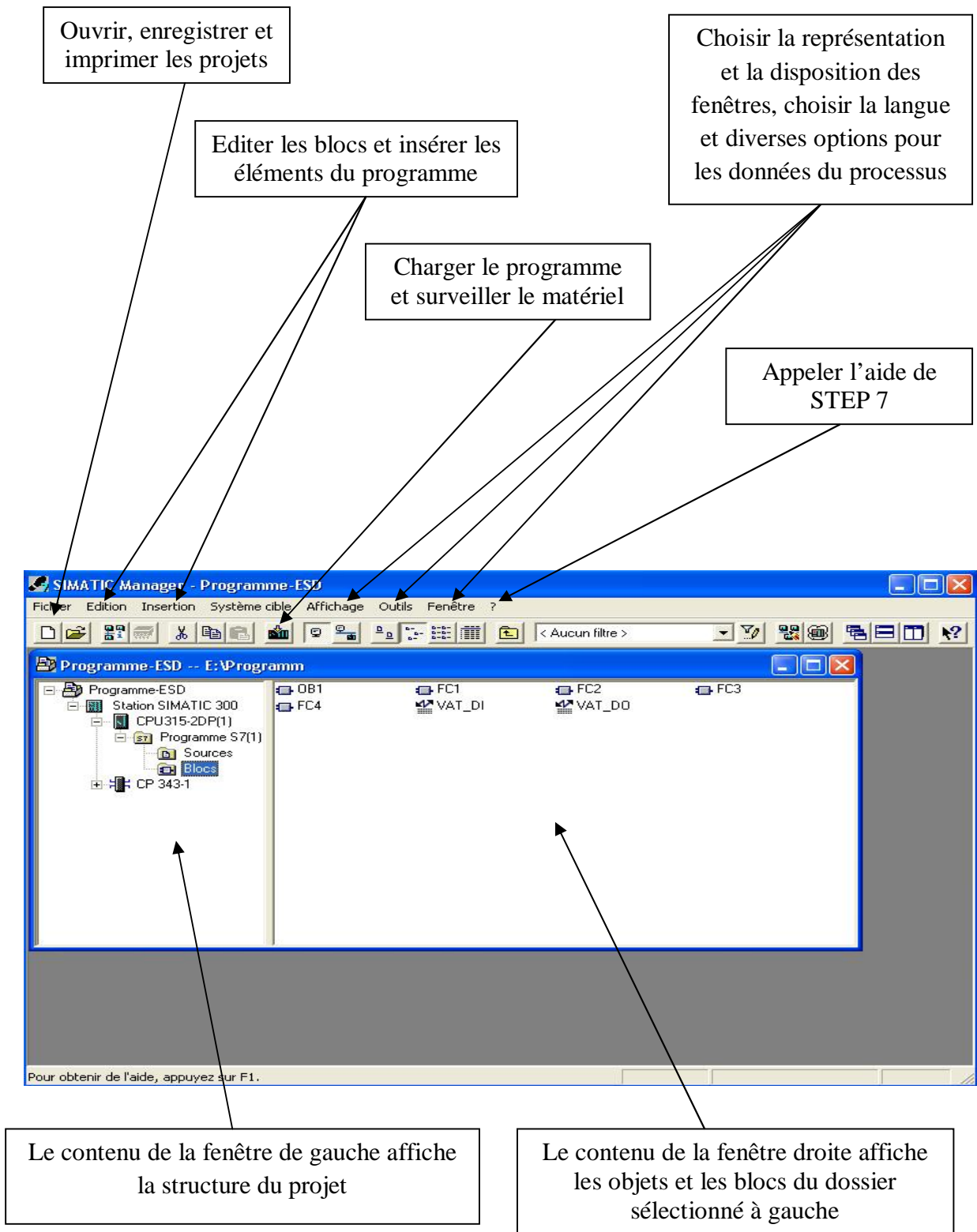


Figure IV.7: Vue de la fenêtre SIMATIC Manager

Les étapes suivantes permettent la configuration matérielle du système SCHB.

7. Sélectionner le dossier **Programme-SCHB** et insérer un réseau **PROFIBUS** via le menu contextuel du bouton droit de la souris comme le montre la figure suivante :

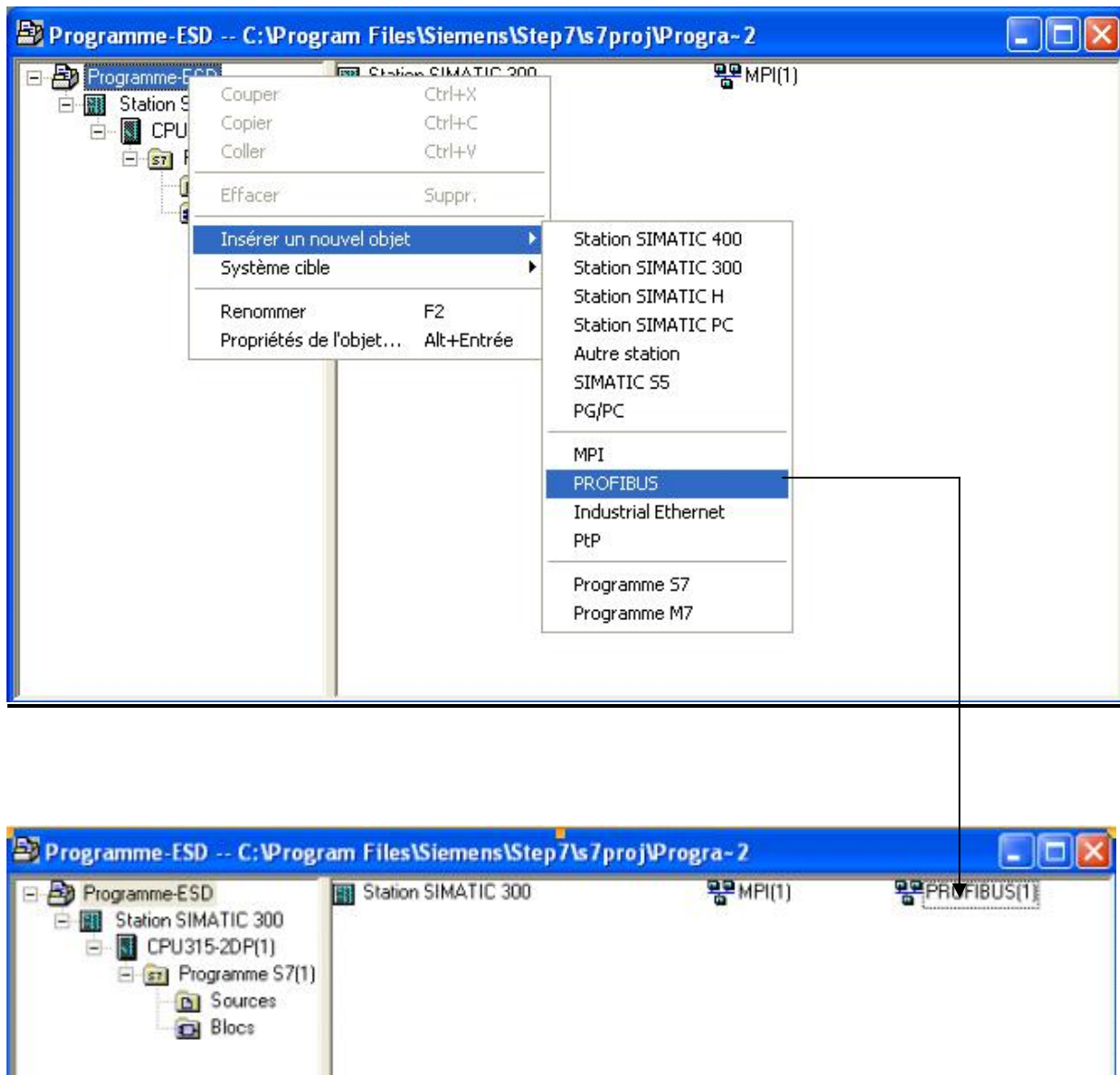


Figure IV.8: Insertion du réseau PROFIBUS

8. Sélectionner le dossier **Station SIMATIC 300** et double-cliquer sur **Matériel**. Ceci ouvre la fenêtre "HW Config".

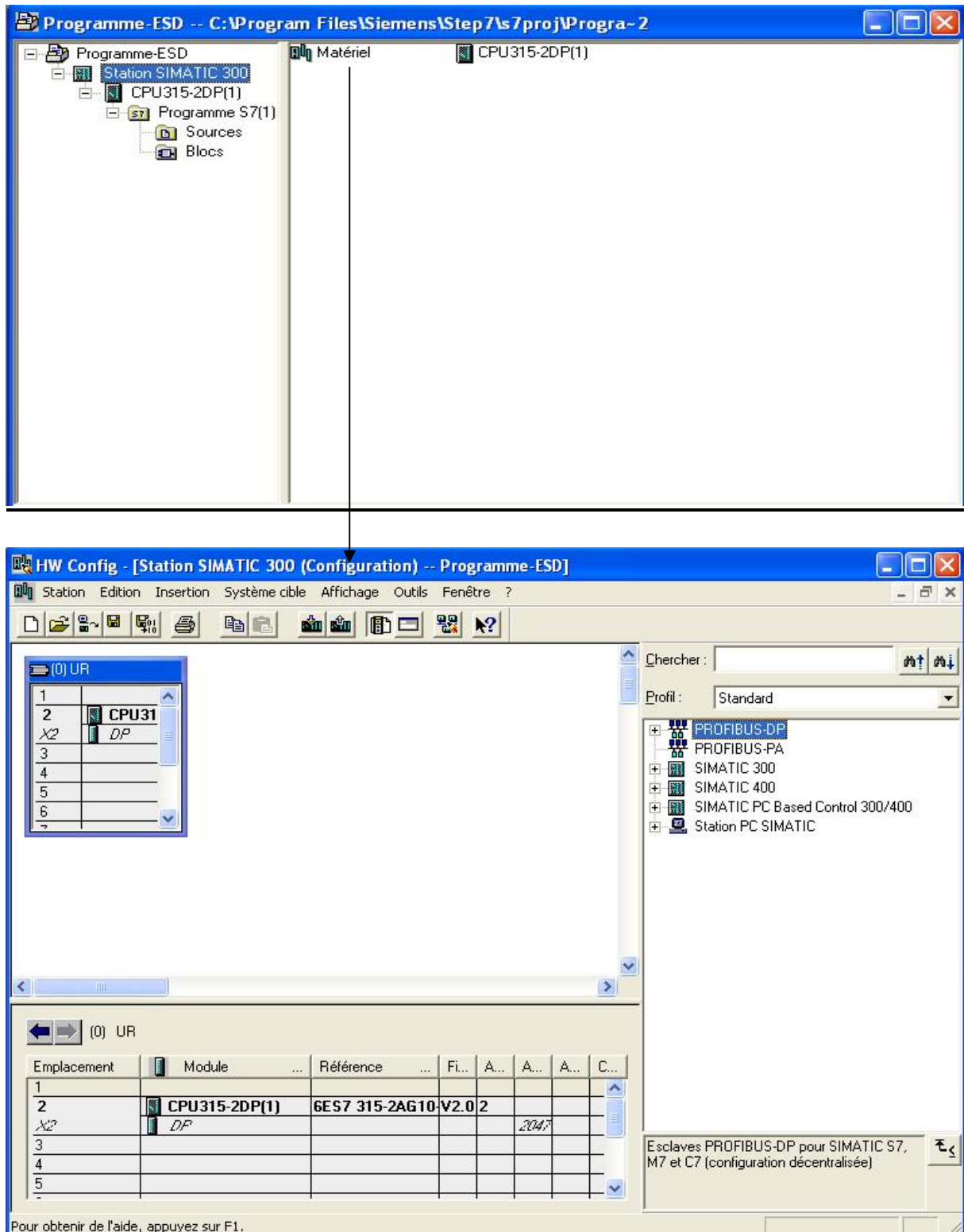


Figure IV.9: Ouverture de la fenêtre de la configuration matérielle

9. Sélectionner le maître DP à l'emplacement X2 et insérez un **réseau maître DP**.

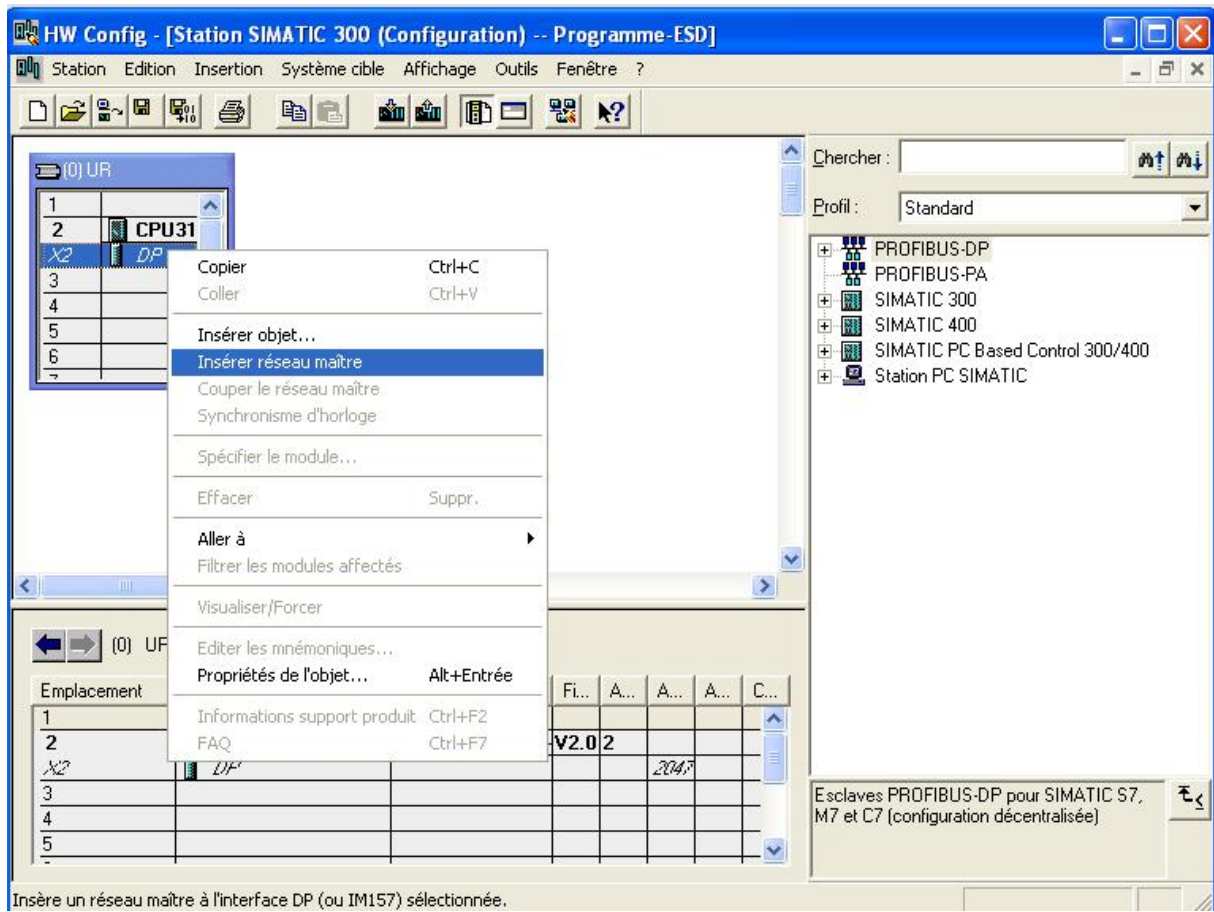


Figure IV.10: Insertion d'un maitre DP

10. Accepter l'adresse proposée dans la boîte de dialogue qui s'affiche et appuyer sur **OK**.

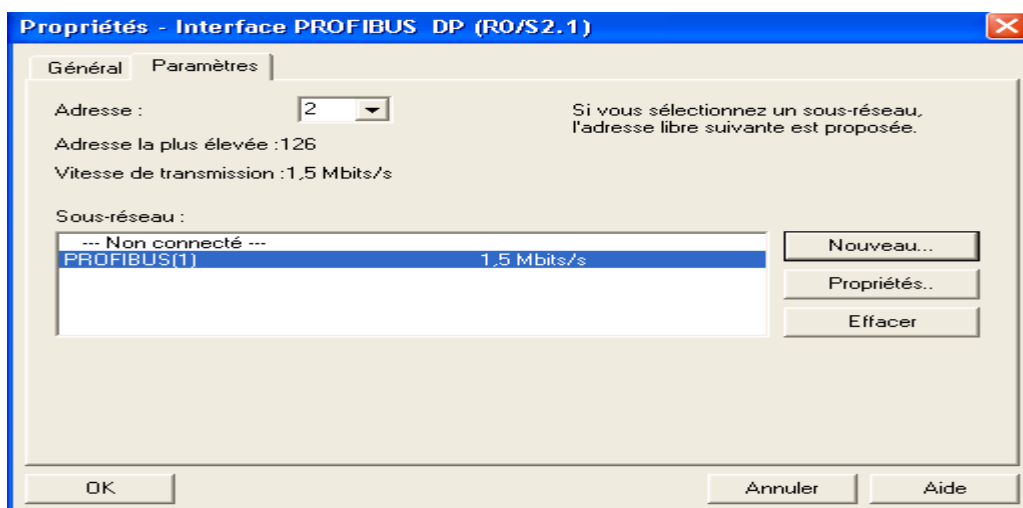


Figure IV.11 : Adresse du maitre DP

11. Après validation de l'adresse du maître DP proposée, la fenêtre suivante s'affichera.

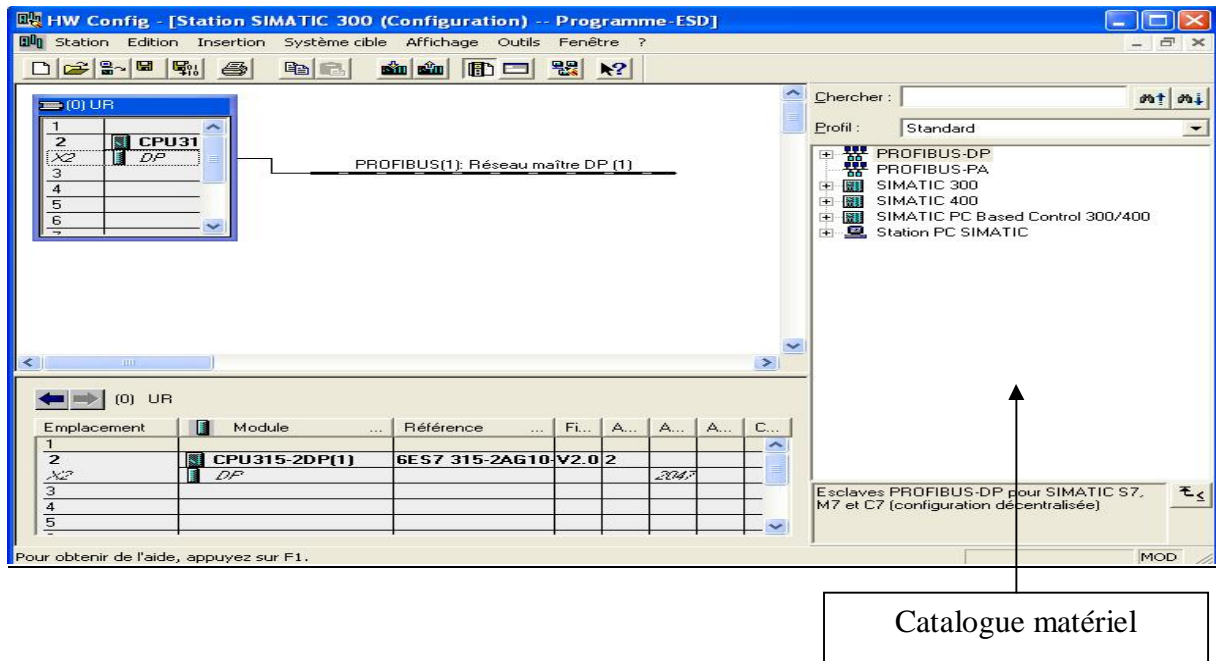


Figure IV.12 : CPU avec réseau maître DP

12. Depuis le catalogue matériel, on peut sélectionner les modules dont on a besoin dans un système, les insérer dans le tableau de configuration et le réseau maître DP. Pour cela, on doit cliquer sur la désignation du module, maintenir le bouton de la souris et glisser coller dans une ligne du tableau de configuration ou sur le réseau PROFIBUS DP.

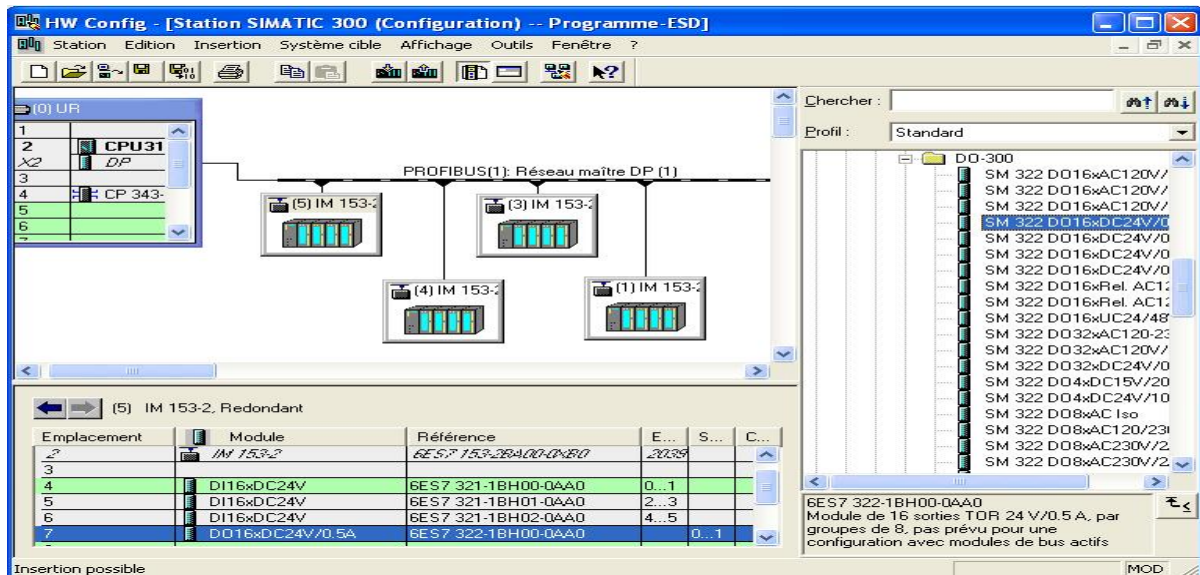


Figure IV.13: Vue de la périphérie décentralisée du système SCHB

4.1. Structure du programme élaboré

Le programme utilisateur édité est destiné à gérer le SCHB au moment de chargement.

C'est un programme subdivisé en dix fonctions : FC1, FC2, FC3, FC4, FC5, FC6, FC7, FC8, FC9 et FC10 subordonnées au bloc principal OB1 (bloc d'organisation cyclique) et qui sont programmées comme suit :

ü **FC1 et FC2** : programme de gestion des pompes et vannes (manuel/auto).

ü **FC3 et FC4**: les conditionnements pour la gestion des pompes et vannes.

ü **FC5, FC8**: les conditions de la mise en marche pour les vannes et pompes automatique.

ü **FC6** : cette fonction est programmée pour calculer le total de charge simultanément.

ü **FC7** : cette fonction est programmée pour calculer le total de charge annuel.

ü **FC9**: La fonction Mise à l'échelle (SCALE) prend une valeur entière (IN) et la convertit en une valeur réelle exprimée en unités physiques.

ü **FC10** : La détection des alarmes pour le débit.

ü **OB1** : C'est le programme principale pour les appelle des fonctions FC.

VAT_DI et VAT_DO sont deux tables de variables créées pour le forçage et la visualisation des entrées/sorties lors de la simulation ou l'exécution du programme.

4.2 Simulation du programme avec S7-PLCSIM

4.2.1. Présentation du S7-PLCSIM

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme utilisateur élaboré dans un automate programmable simulé dans l'ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison avec un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux) soit établie. La CPU S7 simulée permet de tester les programmes destinés aussi bien aux CPU S7-300 qu'aux CPU S7-400, et 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, par exemple : activer ou désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans la CPU simulée, il procure également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7, comme par exemple la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

4.2.2. Ouverture de l'AP de simulation et chargement du programme

4.2.2.a. Ouverture de L'AP S7-PLCSIM

Pour ouvrir le simulateur on procède comme suit

1. Démarrer le gestionnaire de projets SIMATIC en cliquant sur son icône.
2. Lancer l'AP S7-PLCSIM en cliquant sur le bouton d'activation/désactivation de la simulation qui se trouve dans la barre d'outils du gestionnaire de projets SIMATIC, comme le montre la figure IV.14, où en sélectionnant la commande **Outils Simulation des modules**.

La fenêtre de l'application S7-PLCSIM s'ouvre avec une fenêtre CPU par défaut

Boutons d'activation/désactivation de la simulation

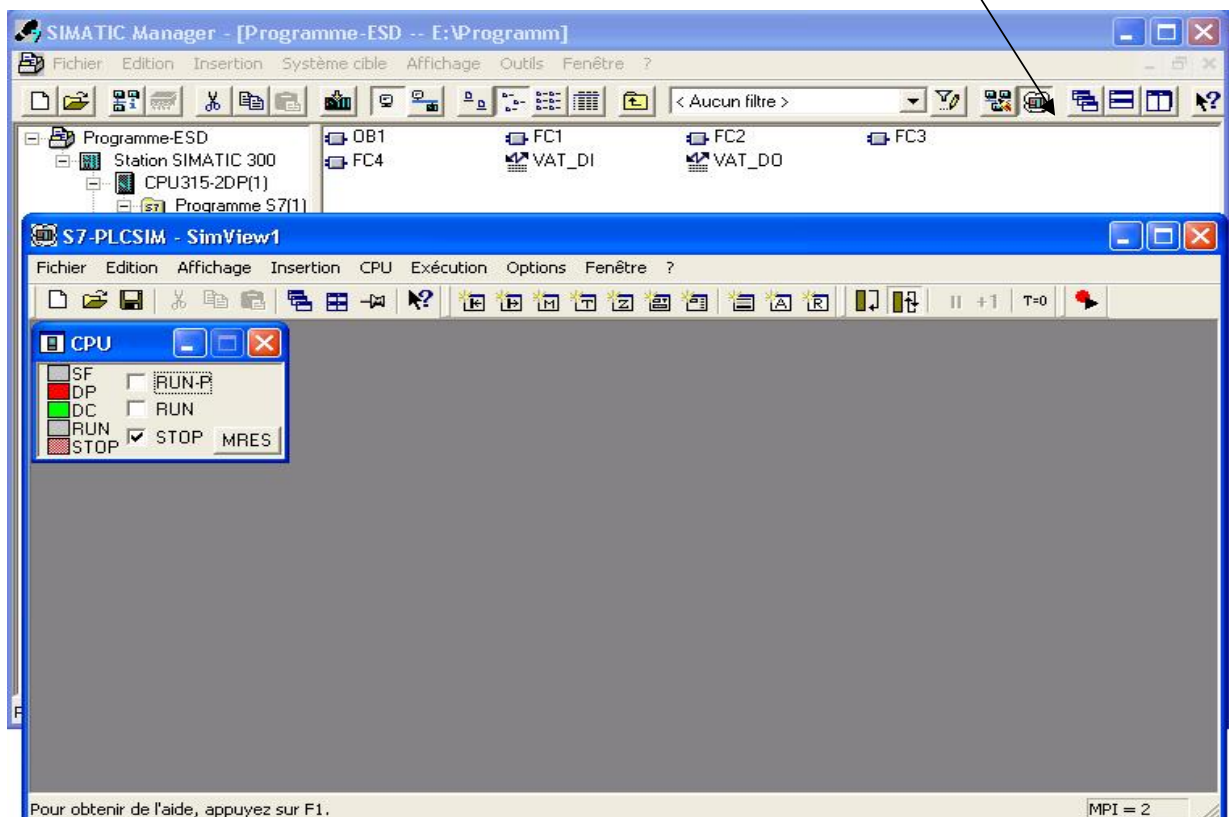


Figure IV.14: Ouverture de l'AP de simulation via le bouton d'activation/désactivation de la simulation

4.2.2.b. Chargement du programme

On procède de la manière suivante pour charger le programme édité :

1. Pour ouvrir le projet PROGRAMME-SCHB, utiliser la commande **Fichier Ouvrir Projet** du gestionnaire de projets SIMATIC.
2. Parcourir la boîte de recherche jusqu'au classeur des blocs. La structure hiérarchique du projet est représentée à la figure IV.15.
3. Pour charger le classeur des blocs dans la CPU de simulation, choisir la commande **Système cible Charger** ou cliquer sur le bouton de chargement.

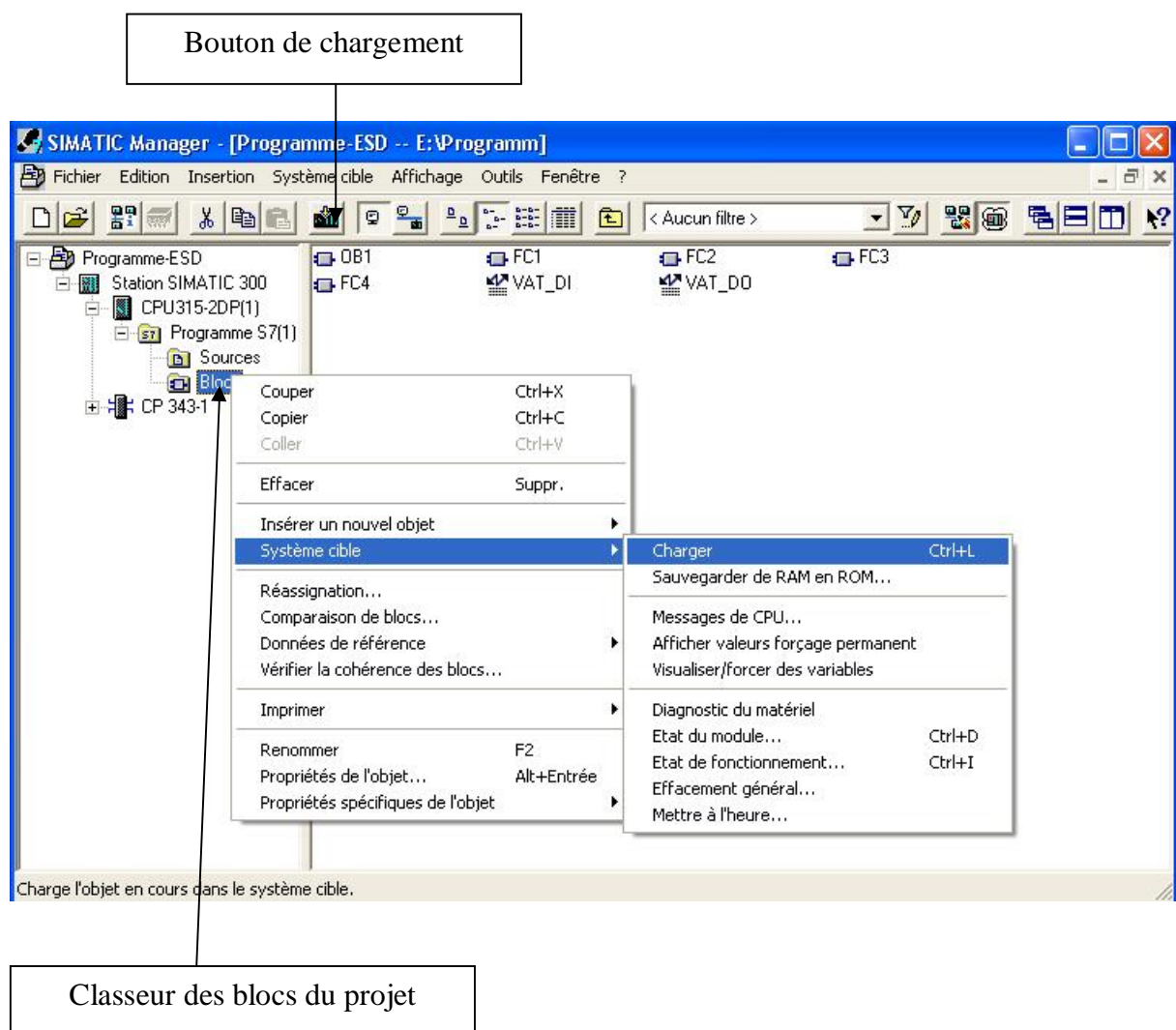


Figure IV.15: Chargement du programme dans l'AP de simulation

IV.5. Configuration de l'AP de simulation

- **Création de fenêtres pour l'exemple de programme**

Le programme utilise plusieurs entrées, sorties, mémentos et temporisations ; durant l'exécution du programme, on peut utiliser des fenêtres pour mettre les entrées à 1 ou à 0 et visualiser les valeurs des temporisations et changements des sorties. Les fenêtres utilisées dans le programme sont représentées dans la figure IV.16. Pour créer les diverses fenêtres, on procède de la manière suivante :

1. Créer une fenêtre permettant d'accéder aux entrées intervenant dans le programme :
 - Choisir la commande **Insertion Variable d'entrée**.
 - La valeur par défaut est IB0 (octet d'entrée 0). Pour la valider, appuyer sur Entrée.
2. Créer une fenêtre permettant d'accéder aux sorties intervenant dans le programme :
 - Choisir la commande **Insertion Variable de sortie**.
 - La valeur par défaut est QB0 (octet de sortie 0). Pour la valider, appuyer sur Entrée.
3. créer une fenêtre pour les mémentos intervenant dans le programme :
 - Choisir la commande **Insertion Mémento**.
 - La valeur par défaut est MB 0 (octet de memento 0). Pour la valider, appuyer sur Entrée.
4. Créer enfin deux fenêtres pour les deux temporisations intervenant dans le programme :
 - Choisir la commande **Insertion Temporisation**.
 - La valeur par défaut est T 0, le chiffre 0 étant mis en évidence. Taper **1** dans la fenêtre (pour la temporisation T 1), puis appuyer sur Entrée.
 - Répéter l'étape 4 pour la temporisation T 2.

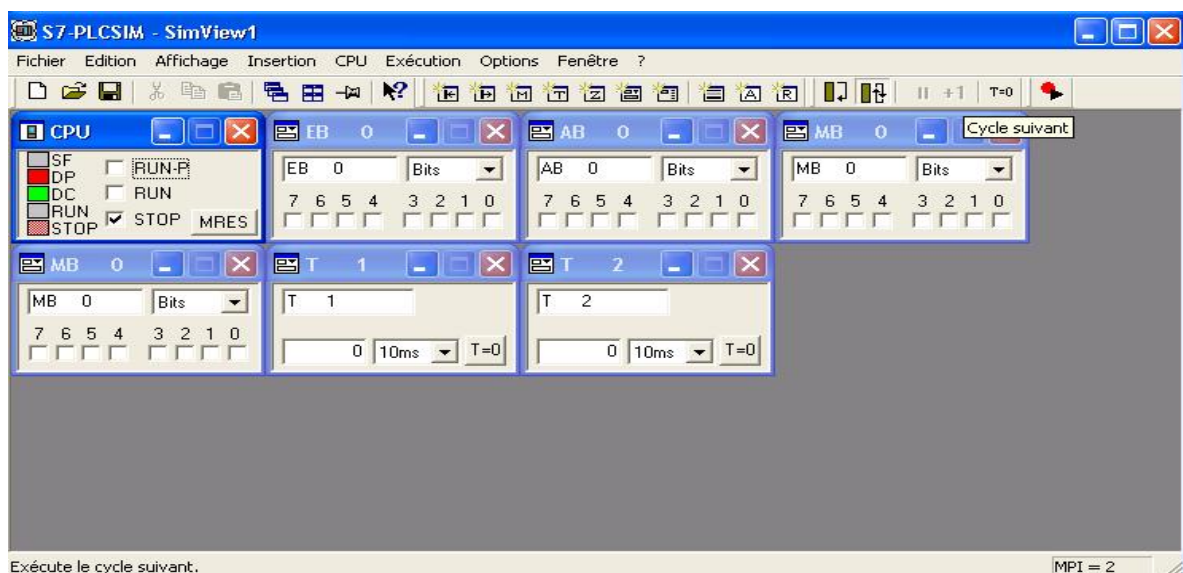


Figure IV.16 : Fenêtres pour le programme à simuler

IV.6. Exécution du programme

6.1. Choix du mode de l'exécution

Une fois l'exemple de programme chargé dans la CPU, on peut exécuter le programme. Il faut s'assurer préalablement que le cycle continu est sélectionné comme mode d'exécution. Pour sélectionner le mode d'exécution continu du programme, choisir la commande **Exécution Mode Cycle continu** ou cliquer sur le bouton correspondant dans la barre d'outils.

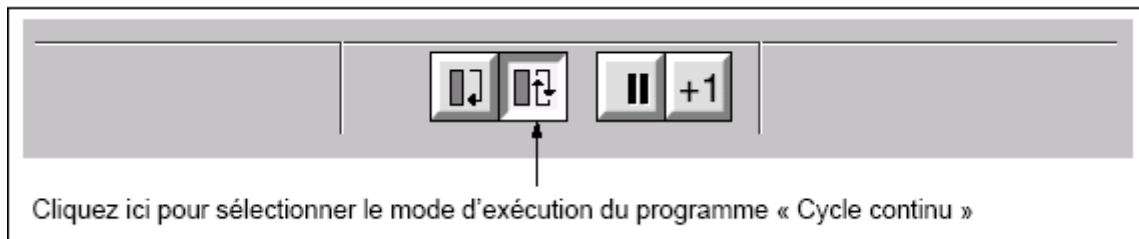


Figure IV.17 : Choix du cycle continu pour l'exécution du programme

6.2. Démarrage de l'exécution du programme

Pour mettre la CPU en mode RUN et démarrer l'exécution du programme, on procède de la manière suivante :

1. Cliquer sur la case à cocher RUN (Marche) dans la fenêtre « CPU ».

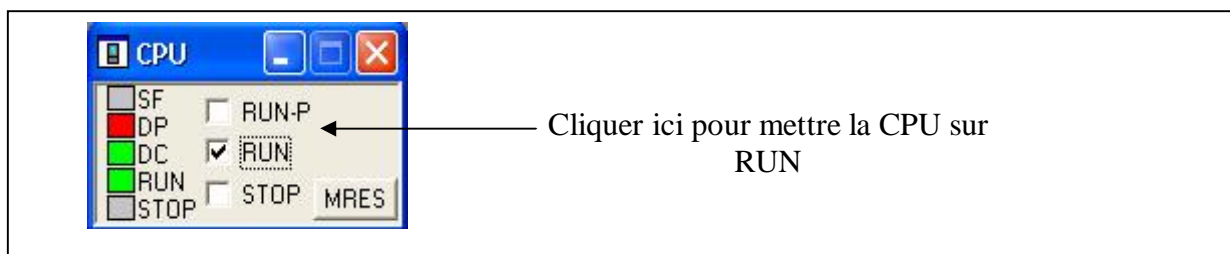


Figure IV.18 : Sélection du mode RUN (MARCHE)

1. Pour mettre l'entrée E2.0 à 1 par exemple, taper 2 et cliquer sur le bit 0 dans la fenêtre des variables d'entrées, comme l'illustre la figure IV.19.

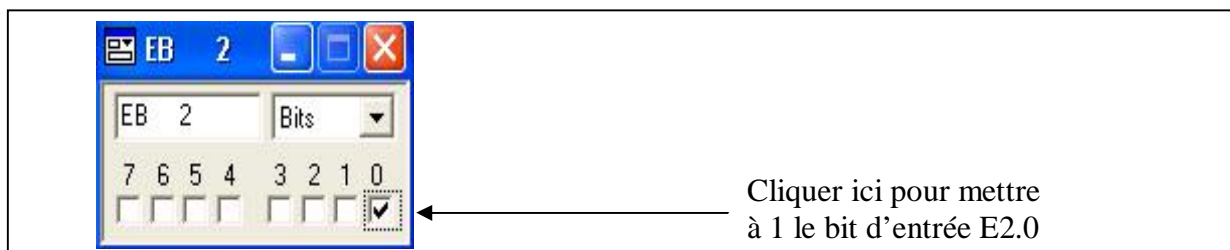


Figure IV.19: Mise à 1 de l'entrée E2.0

IV.7. Utilisation des tables de variables pour visualiser ou forcer des données

STEP 7 met à la disposition de l'utilisateur des tables de variables (VAT) permettant de visualiser l'état d'une variable quelconque dans le programme utilisateur. La figure V.2.5 représente une table de variables pour le programme considéré. Il donne également la possibilité de forcer les variables définies dans la table. Pour visualiser l'état du programme en se servant de la table des variables, on procède de la manière suivante :

1. Activer la fenêtre du gestionnaire de projets SIMATIC.
2. Sélectionner VAT_DI puis, pour ouvrir la table de variables du projet, effectuer un double clic à l'aide de la souris ou choisir la commande Edition Ouvrir l'objet.
3. Pour établir une liaison en ligne avec le programme dans l'AP de simulation, choisir la commande Système cible Etablir la liaison à une CPU configurée.
4. Choisir la commande Variable Visualiser pour lancer la visualisation de l'état des données du programme.
5. pour forcer une variable, on clique sur le bouton gauche de la souris dans la zone valeur de forçage de la variable considérée, on entre la valeur de forçage appropriée au type de données et on active ces valeurs en cliquant sur le bouton de forçage des variables.

On peut à présent visualiser les valeurs des entrées, sorties et temporisations dans la colonne « Visualiser valeurs » de la table des variables.

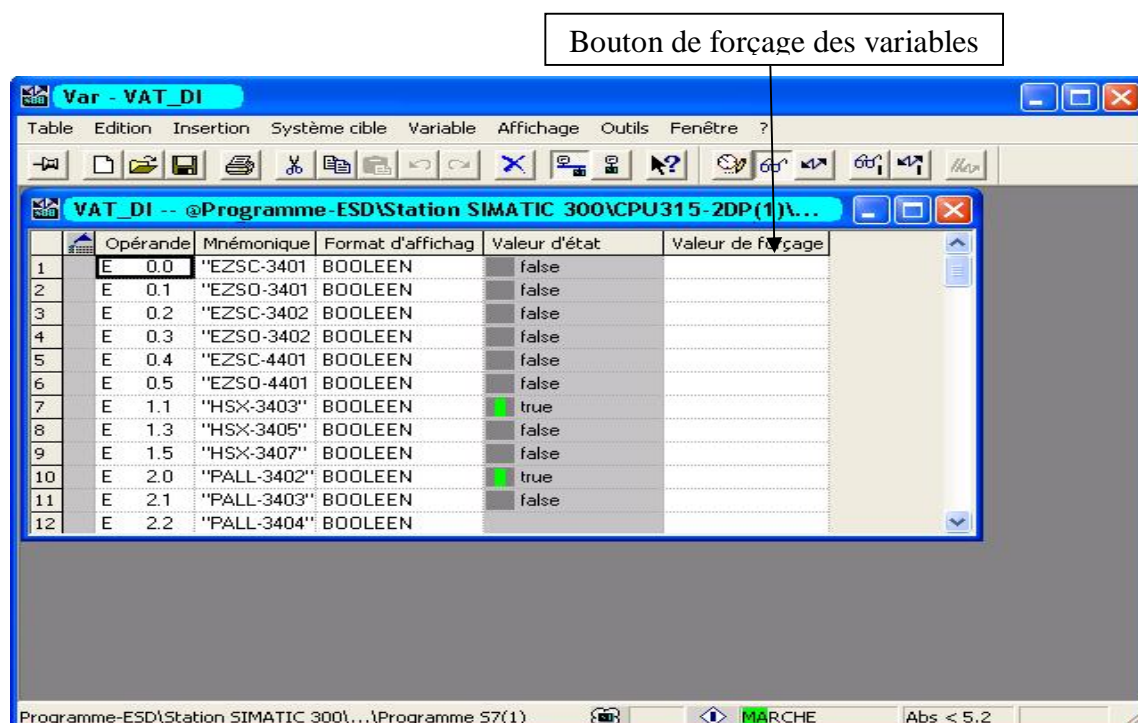


Figure IV.20: table des variables (VAT_DI) du PROGRAMME-SCHB

Conclusion

La programmation d'une configuration décentralisée ne requiert pas une programmation particulière du fait que l'automate programmable S7-300, utilisé pour gérer le système SCHB, est destiné à fonctionner également en réseau.

Le programme du système SCHB est élaboré à base de contacts normalement activés, ouverts à l'alarme ou à l'arrêt sur perte de tension dû à des conditions de traitement non sécuritaires et pour une exploitation sans danger.

Enfin, pour tester ce programme afin de corriger d'éventuelles erreurs commises et d'apporter les modifications appropriées, le logiciel S7-PLCSIM a été utilisé.

Chapitre V

WinCC flexible 2005

Supervision du système

simatic hmi

SIEMENS

Introduction

On a choisi de présenter, particulièrement, cette version c'est en se basant sur elle qu'on peut imaginer et développer une solution de supervision pour la chaîne de remplissage des huiles brutes.

V.1. Présentation du logiciel WinCC flexible 2005

Lorsque la complexité des process augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'**Interface Homme-Machine** (IHM) [11].

L'IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le process (machine/installation). Le contrôle proprement dit du process est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC (Windows Control Center) flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation. L'IHM se charge des tâches suivantes :

- **Représentation du process** : Le process est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du process évolue.
- **Commande du process** : L'opérateur peut commander le process via l'interface utilisateur graphique.
- **Vue des alarmes** : Lorsque surviennent des états critiques dans le process, une alarme est immédiatement déclenchée.
- **Archivage de valeurs de process et d'alarmes** : Les alarmes et valeurs de process peuvent être archivées par l'IHM. Vous pouvez ainsi documenter la marche du process et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants :

- simplicité
- ouverture
- flexibilité

V.2. Principe

Lorsque vous créez ou ouvrez un projet sous WinCC flexible, l'écran de l'ordinateur de configuration affiche WinCC flexible Workbench. La fenêtre de projet affiche la structure du projet et permet de gérer celui-ci.

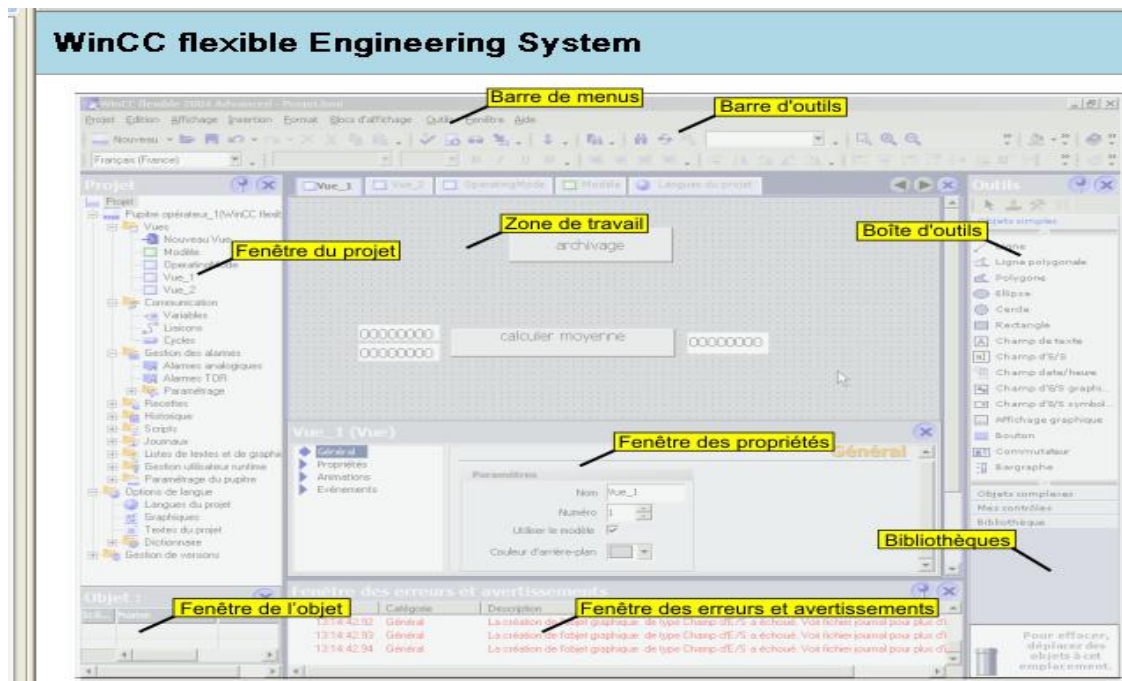


Figure V.1: Eléments de l'interface utilisateur de WinCC flexible

V.3. Insertion d'une station SIMATIC IHM et choix de l'écran supervision

Sous SIMATIC step7 manager et dans la fenêtre principale du projet d'automatisation de la chaîne de remplissage, en cliquant sur « insertion » puis sur « station SIMATIC IHM », une fenêtre s'ouvre et permet le choix de l'écran à utilisation dans le développement de la solution de supervision. Nous nous avons opté pour le « MP 277 10" Touch » largement répandu en industrie, comme le montre les deux figures suivantes :

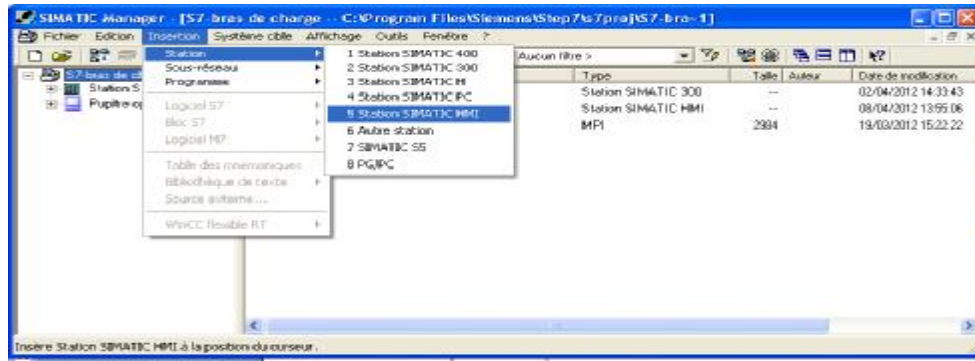


Figure V.2 : insertion de l'IHM dans un programme sous STEP7

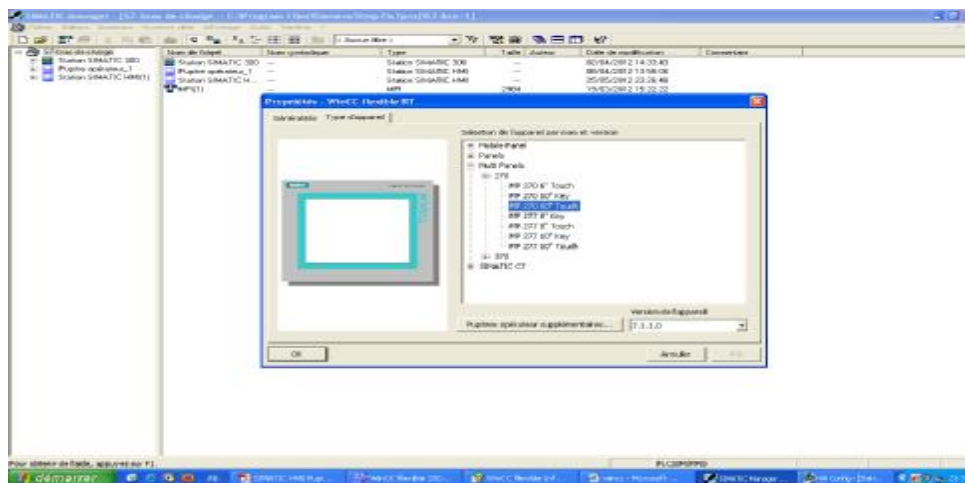


Figure V.3: choix de l'écran de supervision

Après cela, une station SIMATIC IHM est automatiquement générée dans notre programme qui nous donne la possibilité de la configurer selon le besoin.

V.4. Configuration de la station SIMATIC IHM et création de liaison avec l'API

La communication entre les pupitres opérateur et les automates SIMATIC S7 peut être réalisée via les réseaux suivants :

- PPI (Point to Point Interface).
- **MPI (Multi Point Interface)** : Le pupitre opérateur est connecté à l'interface MPI de l'automate SIMATIC S7-300. Il est possible de connecter plusieurs pupitres opérateur à un automate SIMATIC S7-300 et plusieurs automates SIMATIC S7 à un pupitre opérateur. Le nombre maximum de partenaires de communication pouvant être connectés à un pupitre opérateur dépend du pupitre opérateur utilisé.

- PROFIBUS (Process Field Bus).
- Ethernet.

La façon de communication de notre système va être réalisée via MPI comme suit :

En cliquant sur « configuration » après que le logiciel ait généré la station IHM, une fenêtre contenant un catalogue d'outil s'ouvre, c'est après celle-ci que l'on peut ajouter un contrôle pour notre écran de supervision. Ce contrôle permettra la création d'une liaison entre l'écran et l'API. Nous avons opté pour «IF1B MPI/DP », qui appartient à la catégorie des esclaves PROFIBUS-DP pour SIMATIC S7-300. La figure suivante montre cette procédure de configuration.

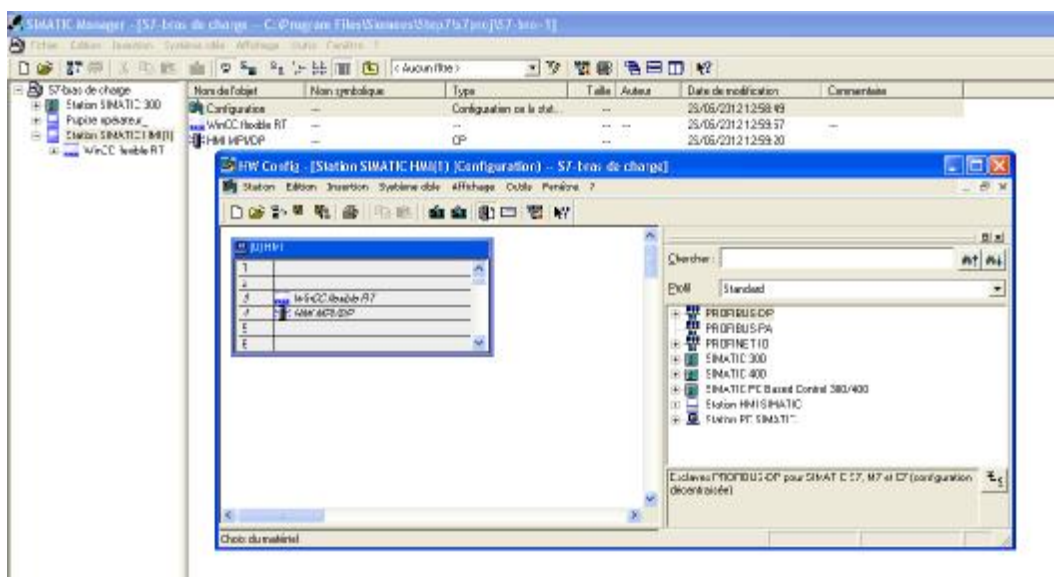


Figure V.4: configuration de l'IHM

Puis dans la fenêtre principale de projet en cliquant sur « PROFIBUS(1) », on aura la possibilité de créer la liaison entre l'API S7-300 et l'IHM comme le montre la figure suivante.

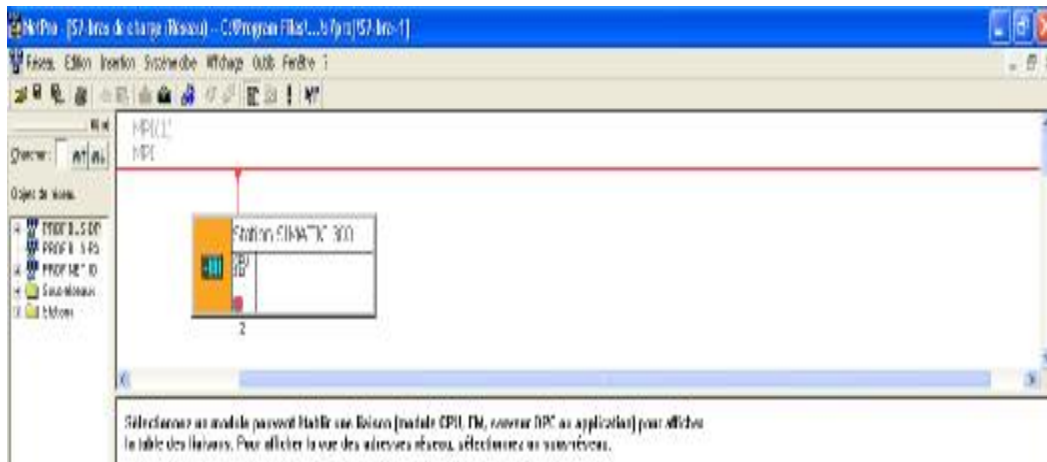


Figure V.5: liaison entre l'API et S7-300 et l'IHM

A partir de là, le SIMATIC Manager effectue automatiquement une liaison avec le SIMATIC WinCC flexible 2005.

Après avoir exposé la procédure de la création de l'IHM et la manière d'établir une liaison entre celle-ci et l'API, nous procéderons dans ce qui suivra à des explications relatives à la solution de supervision proprement dite, de la chaîne de remplissage des huiles brutes.

V.5. Description des vues de la solution de supervision de la chaîne de remplissage des huiles brutes

La solution est structurée autour de quatre (4) vues à savoir :

- ✓ Une vue d'accueil et de sélection.
- ✓ Une vue de paramètres.
- ✓ Une vue de système de charge.
- ✓ Une vue des alarmes.

5.1. Vue d'accueil

C'est la vue qui comporte, la date et l'heure et un bouton principal pour le pré-démarrage de système et elle permet à l'opérateur l'accès de nettoyer l'écran s'il veut, en cliquant sur le bouton « nettoyer l'écran », elle donne aussi, accès à la navigation entre les différentes vues développées dans cette solution de supervision et ce grâce à un ensemble de boutons configurés sur celle-ci. En cliquant sur chaque bouton, on aura accès à la vue correspondante.

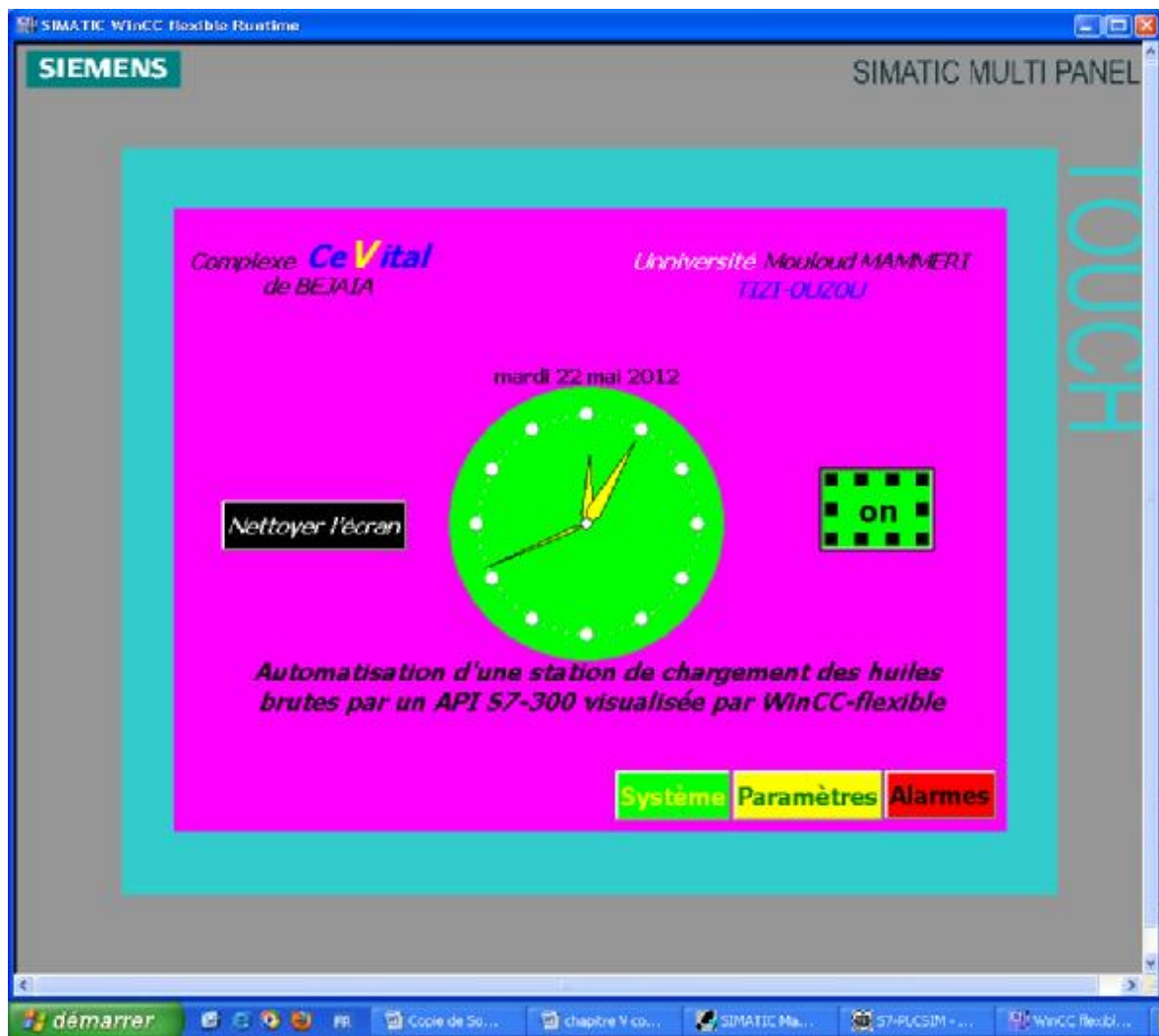


Figure V.6 : vue d'accueil

5.2. Visualisation des paramètres

Cette vue est accessible depuis la vue précédente, elle permet à l'opérateur de sélectionner un mode de remplissage et de sélectionner le bac adéquat, et lui permet de visualiser ces actions à l'aide des indicateurs(LEDs), aussi, lui permet de visualiser le débit.

L'opérateur peut initialiser le total de charge et annuel en cliquant sur « RESET » de chacun. Il faut noter que « RESET » de charge annuel n'initialise qu'à un groupe d'utilisateurs prédéfini sous WinCC et ce grâce à un mot de passe, (Cette opération est réalisable en modifiant les paramètres de sécurité, en cliquant sur le bouton « LOG IN »).

Grace à deux boutons configurés sur celle-ci. En cliquant sur chaque bouton, on a accès à la vue correspondante (retour, menu).

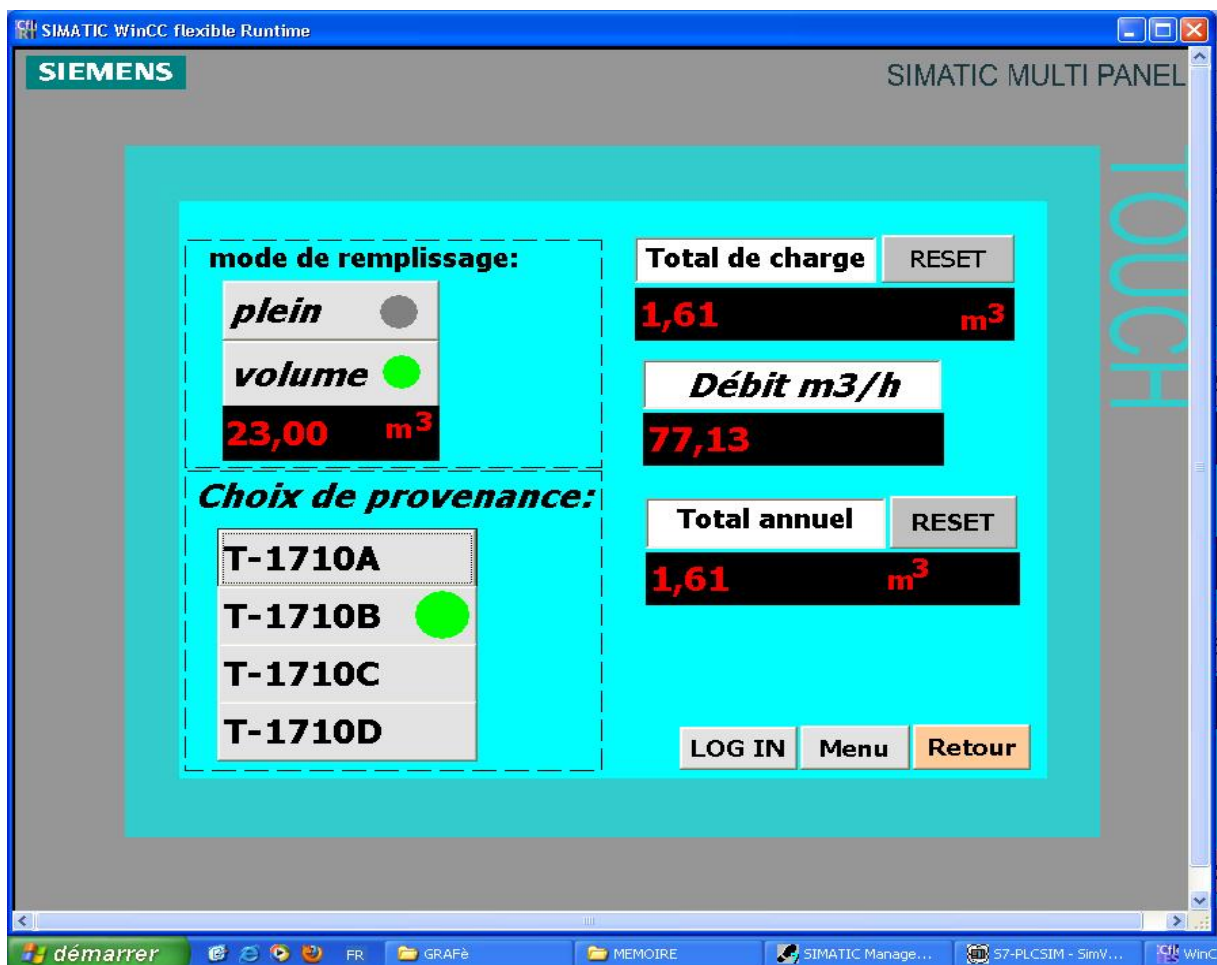


Figure V.7 : vue des paramètres

5.3. Visualisation de système de chargement

Comme toutes les autres vues, cette vue est aussi accessible à partir de la vue de sélection. Elle donne la possibilité d'accéder à l'état des pompes et les électrovannes (marche/arrêt). En mode manuel ou auto. Elle permet aussi à l'opérateur de visualiser le niveau de remplissage. Pour la sécurité de notre système, nous avons ajouté un bouton d'urgence. Grâce à deux boutons configurés sur celle-ci. En cliquant sur chaque bouton, on a accès à la vue correspondante.

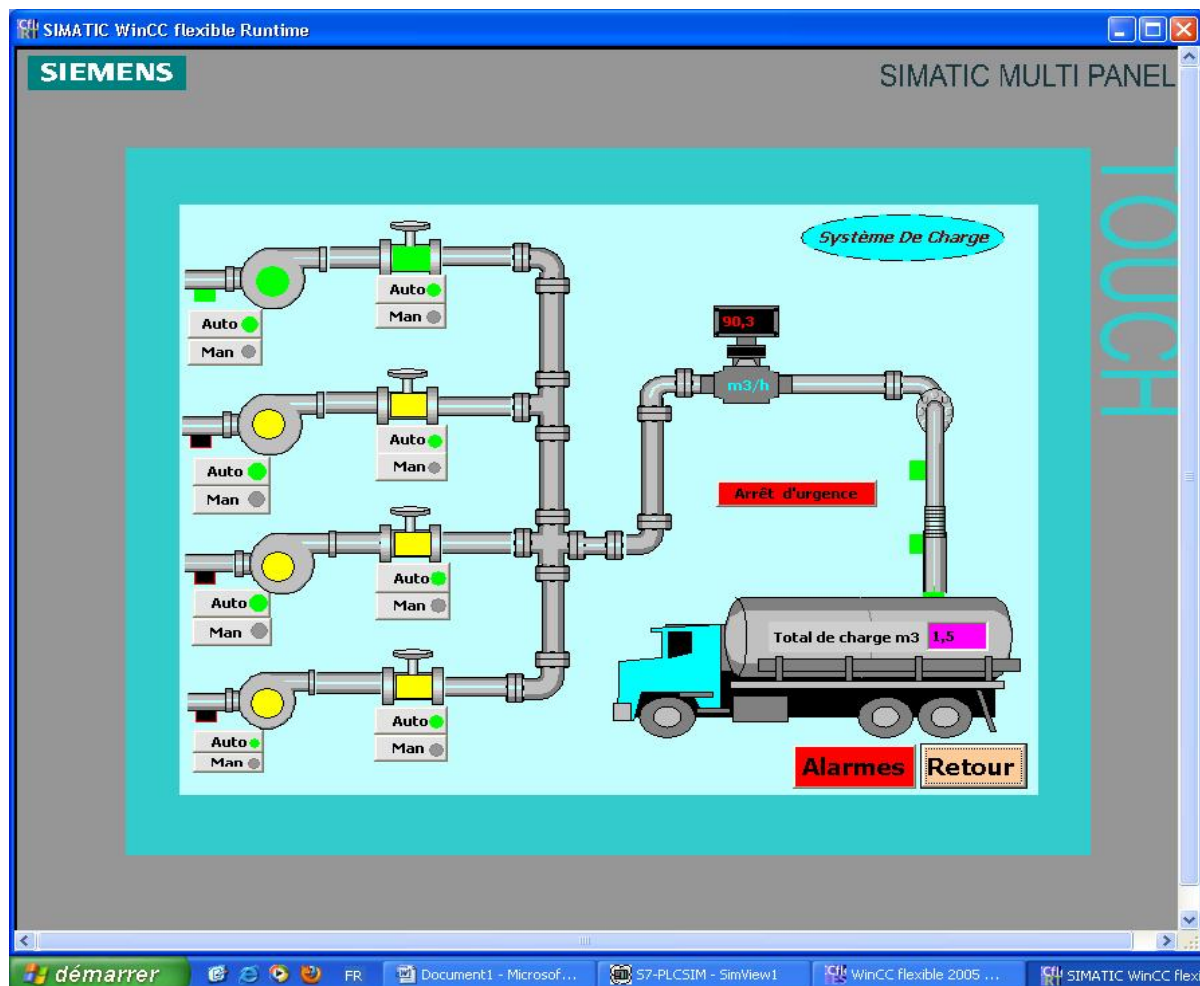


Figure V.8: vue de système de chargement

5.4. Visualisation des alarmes

Visualisation des alarmes est très importante, car elle sert de plate forme d'avertissement en cas de problèmes sur la chaîne de remplissage des huiles brutes. Elle sert aussi d'un outil d'aide à la maintenance en spécifiant l'endroit de la chaîne où se situe le problème. Elle permet l'archivage des alarmes dans le but de créer un historique de pannes survenues au niveau de la chaîne. Notons que, toutes les vues sont dotées de bouton qui permet directement la visualisation des alarmes.

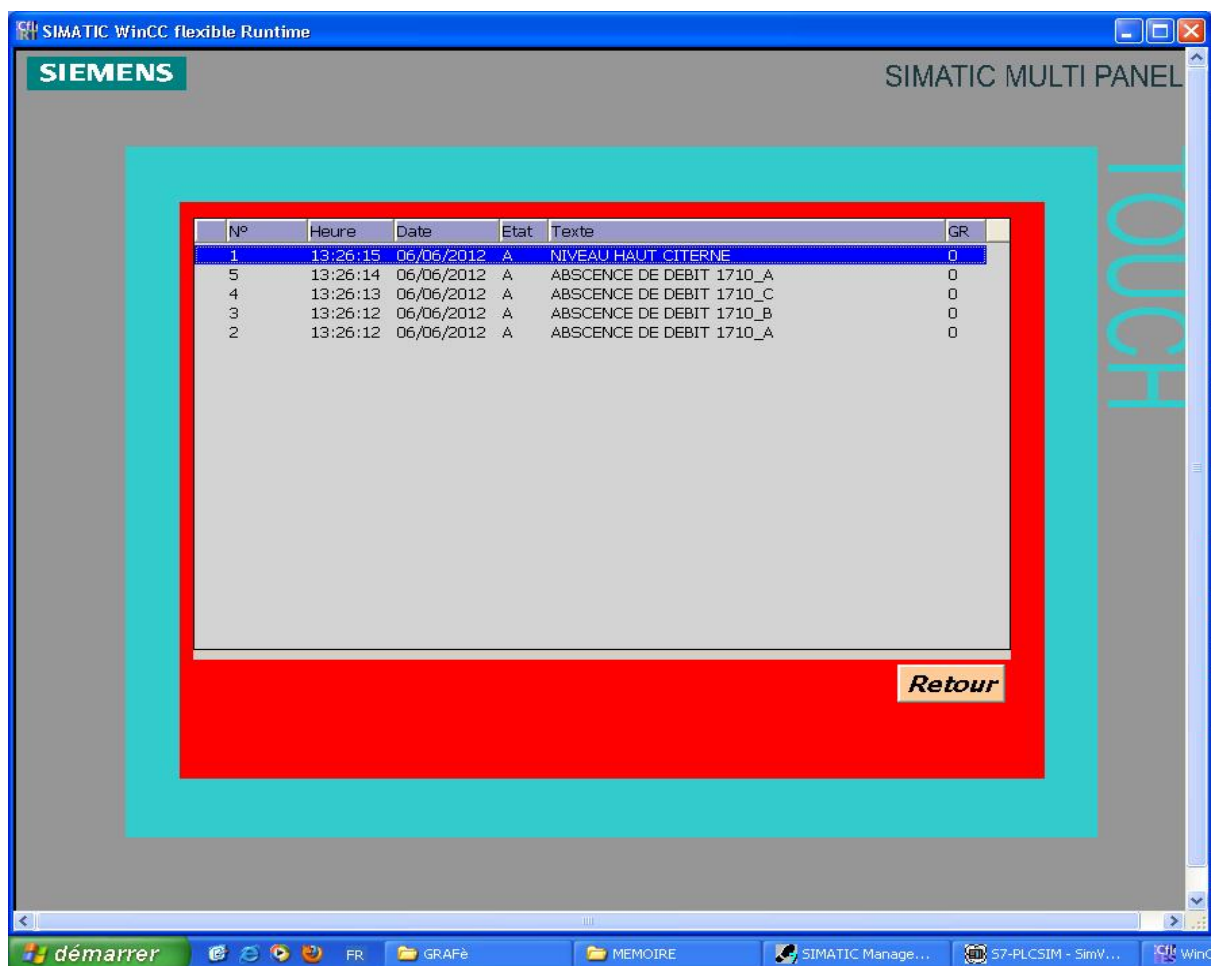


Figure V.9: Vue des alarmes

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la supervision de la chaîne de remplissage des huiles brutes. Nous avons élaboré sous WinCC flexible 2005, des vues qui permettent de suivre les étapes de fonctionnement du système. Un clavier permet le pilotage en mode manuel, des organes principaux de la chaîne de remplissage. Ceci nous offre une grande flexibilité de contrôle. Pour supervision, nous avons proposé un écran de supervision de 10" qui est très adéquat en milieu de travail où opère la chaîne de remplissage; l'écran sera connecté à l'automate via un PROFIBUS.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Ce travail que nous avons réalisé en partenariat avec CEVITAL nous a donné l'occasion de faire un premier pas vers l'industrie et vers le monde du travail.

L'objectif vise à alléger le travail des opérateurs travaillant au niveau de la station de remplissage des huiles brutes. Il fallait alors étudier le fonctionnement de la station afin de pouvoir rédiger correctement le cahier des charges et voir comment raccorder la partie commande qui remplacerait partiellement l'opérateur humain, à la partie opérative déjà fonctionnelle.

Après modélisation de la station, nous avons choisi un ensemble d'éléments comme les capteurs et les actionneurs qui permettraient respectivement de lire l'état de la station et de donner des ordres ainsi qu'un automate programmable qui jouerait le rôle de la partie commande.

Ce travail nous a surtout permis la programmation sous STEP7 et sous WinCC flexible 2005 comportant également un système de supervision intégré afin de garantir l'interface Homme-Machine et assurer le contrôle et la surveillance de l'unité.

Ce projet était une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation et de les confronter à la réalité industrielle. Cela nous a permis d'acquérir une expérience dans le domaine de la pratique et de tirer profit de l'expérience du personnel de CEVITAL. D'autre part, ce projet nous a donné l'occasion de nous insérer dans un groupe de travail, apprendre une méthodologie rationnelle et travailler en équipe.

En fin, nous espérons que notre travail sera utile à toutes personnes intéressées par les automatismes.

Bibliographie

Bibliographie

[1] : Documentation « présentation de Spa CEVITAL ».

[2] : www.iso.org. Document PDF. Norme internationale ISO 22000. Numéro de référence ISO 22000 : 2005.

[3] : Documentation PDF, description de la raffinerie, ADSORPTIVE PURIFICATION PROCESS, GENERAL DESCRIPTION, 2005.

[4] : www.courselec.free.fr . Document PDF. Le grafcet (graphe fonctionnel de commande des étapes et transitions); ROIZOT Sébastien.

[5] : Document **Sewabloc**. Pompe à volute en installation sèche ; « notice de service/montage ».

[6]: Documentation. Guide des automatismes.

[7] : www.festo.com/catalogue

[8]: Documentation siemens AG 2012 « Mesure de niveau ».

[9] : Documentation Endress+Hauser

[10] : Documentation STEP7.

[11] : Documentation WinCC.

Annexes

Mesures De Prévention

Les installations d'SHB (station des huiles brutes), sont soumises à des mesures de préventions des risques du travail et de sécurité industrielle très strictes que le personnel qui y réalise des activités doit obligatoirement respecter.

_ Accès restreint. Vous ne pouvez accéder qu'à la zone de chargement de camions. L'accès aux autres zones de l'installation est restreint, et vous ne pourrez pas y accéder sans l'autorisation expresse de l'opérateur de la salle de contrôle.

Équipements de protection personnelle. Les conducteurs doivent utiliser en règle générale :

- Des vêtements de protection antistatiques et ignifuges.
- Des chaussures de sécurité homologuées antidérapantes à pointe renforcée et antistatiques.
- Des gants contre les agressions mécaniques, résistants aux hydrocarbures.
- Des lunettes anti-éclaboussures pour les processus de chargement supérieur (circuit ouvert).

À l'intérieur de l'installation, les véhicules se déplacent à une vitesse maximum de **20 Km/h**.

_ Le conducteur doit stationner le véhicule dans les endroits indiqués à cet effet dans l'installation. Il ne doit jamais descendre du C/C (camion-citerne) sans avoir enclenché le frein à main. Il doit toujours maintenir les clefs du véhicule sous son contrôle et rester attentif aux indications du personnel d'SHB. Il est absolument interdit de réaliser des travaux, régler des équipements, nettoyer ou réparer le véhicule alors qu'il se trouve dans la zone de chargement.

Surcharge

Pour un contrôle du poids maximum efficace, dans la charge par volume, le camion doit accéder vide au chargement.

Contrôle de qualité des produits

🚫 **Contamination De Produits:** Afin d'éviter la contamination des produits pendant le chargement :

- Avant de réaliser le chargement, vous devez vérifier, à travers des orifices de chargement inférieurs, l'absence totale de produit dans tous les compartiments.
- Assurez-vous que le produit chargé dans chaque compartiment est le bon, conformément aux consignes de chargement.

Actions en cas de contamination

Si un produit a été chargé indûment ou qu'il s'est produit une contamination entre des produits, notifiez-le immédiatement à la Salle de contrôle, qui vous indiquera la marche à suivre.

Chargement de produits par volume

Avant de procéder au chargement le conducteur doit :

- _ Diriger le véhicule jusqu'au terminal de chargement.
- _ Si l'îlot de chargement est occupé, il arrêtera le véhicule à une distance prudente ou sur la ligne STOP, si celle-ci est signalisée au sol.
- _ S'il existe une situation anormale susceptible de constituer un danger, comme des déversements, des travaux de maintenance, etc., ou une signalisation ou un empêchement interdisant le chargement dans un îlot ou l'utilisation d'un bras de chargement, il n'accèdera pas au poste de chargement avant que ce dernier ne soit en conditions de fonctionnement. En cas de doute, consulter la salle de contrôle avant de manipuler des objets.
- _ Positionner le véhicule de sorte que le chargement puisse être réalisé sans devoir effectuer des manœuvres et que les bras de chargement ne soient pas forcés lorsqu'ils sont utilisés.

En position de chargement

Le conducteur doit réaliser les actions suivantes dans l'ordre indiqué :

- Toujours vérifier le vide total de chaque compartiment du véhicule, et purger si cela est nécessaire avec les éléments adaptés (raccord API en forme de coude, et sceau métallique à connexion équipotentielle).

- Vérifier le produit et la quantité devant être chargés dans chaque compartiment.
Continuer le processus de chargement.

- Si le chargement n'est pas autorisé ou si une faille se produit pendant le chargement, l'écran du Pupitre affichera des messages d'alarmes.

Fin du chargement

Le conducteur doit réaliser les actions suivantes dans l'ordre indiqué :

- Déconnecter et laisser en position de repos les bras de chargement, en évitant que de possibles coulures ne tombent sur le sol.
- Diriger le véhicule vers la zone de contrôle de sortie et émission de documents.

Mnémonique	Opérand	Type	Commentaire
V_1710A	A 4.0	BOOL	l'ouverture de la vanne 1710A
V_1710B	A 4.1	BOOL	l'ouverture de la vanne 1710B
V_1710C	A 4.2	BOOL	l'ouverture de la vanne 1710C
V_1710D	A 4.3	BOOL	l'ouverture de la vanne 1710D
P_1710A	A 4.6	BOOL	la pompe 1710A démarre
P_1710B	A 4.7	BOOL	la pompe 1710B démarre
P_1710C	A 5.0	BOOL	la pompe 1710C démarre
P_1710D	A 5.1	BOOL	la pompe 1710D démarre
Supervision vanne	DB 1	DB 1	
Supervision pompe	DB 2	DB 2	
Données générales	DB 3	DB 3	
ALARMES	DB 4	DB 4	
DD_1710A	E 0.0	BOOL	Détecteur de débit de P1710A
DD_1710B	E 0.1	BOOL	Détecteur de débit de P1710B
DD_1710C	E 0.2	BOOL	Détecteur de débit de P1710C
DD_1710D	E 0.3	BOOL	Détecteur de débit de P1710D
BRAS PRET	E 0.4	BOOL	Bras Prêt
CITERNE NH	E 0.5	BOOL	Détecteur de niveau haut
LANCEMENT	E 0.6	BOOL	Lancement de charge (commande manuelle)
V_1710A ON	E 0.7	BOOL	La vanne du bac 1710A à l'état ouvert
V_1710A OFF	E 1.3	BOOL	La vanne du bac 1710A à l'état fermé

V_1710B ON	E	1.4	BOOL	la vanne du bac 1710B à l'état ouvert
V_1710B OFF	E	1.5	BOOL	la vanne du bac 1710B à l'état fermé
V_1710C ON	E	1.6	BOOL	la vanne du bac 1710C à l'état ouvert
V_1710C OFF	E	1.7	BOOL	la vanne du bac 1710C à l'état fermé
V_1710D ON	E	2.0	BOOL	la vanne du bac 1710D à l'état ouvert
V_1710D OFF	E	2.1	BOOL	la vanne du bac 1710D à l'état fermé
P_1710A MARCHE	E	2.6	BOOL	la pompe de bac 1710A (pompage)
P_1710B MARCHE	E	2.7	BOOL	la pompe de bac 1710B (pompage)
P_1710C MARCHE	E	3.0	BOOL	la pompe de bac 1710C (pompage)
P_1710D MARCHE	E	3.1	BOOL	la pompe de bac 1710D (pompage)
FONCTION VANNE	FC	1	FC 1	
FONCTION POMPE	FC	2	FC 2	
APPEL POMPES	FC	3	FC 3	appel pompes dans OB1
APPEL VANNES	FC	4	FC 4	appel vannes dans OB1
Condition vanne auto	FC	5	FC 5	les conditions qui permettent le fonctionnement des vannes automatiques
TOTAL DE CHARGE	FC	6	FC 6	la quantité chargée simultanément
TOTAL ANNUEL	FC	7	FC 7	La quantité chargée pendant l'année
Condition pompe auto	FC	8	FC 8	conditions de la mise en marche
MISE A L ECHELLE	FC	9	FC 9	
Traitement alarmes	FC	10	FC 10	
Read Analog Value 464-2	FC	105	FC 105	Read Analog Value 464-2

FR_MNT	M	10.0	BOOL	
FR MNT 1S	M	10.1	BOOL	
RESET_CHARGE	M	10.2	BOOL	la remise à zéro
DETECTION_FR_MNT	M	11.0	BOOL	la détection du front montant
AFFECTATION_FR	M	11.1	BOOL	
CONSIGNE ATTEINTE	M	12.0	BOOL	la valeur de la consigne
SIGNAL_UNIPOLAIRE	M	13.0	BOOL	
CONDITION CHARGE	M	15.0	BOOL	
CADENCE 1S	M	100.5	BOOL	c'est un signal a une période de 1s
DEBIT_ENTREE	MD	20	REAL	le débit d'entrée
SORTIE_DIV	MD	24	REAL	la sortie de diviseur
TOT CHARGE	MD	28	REAL	la valeur chargée simultanément
TOT_ANNUEL	MD	32	REAL	la valeur chargée durant l'année
Cycle Execution	OB	1	OB 1	
FIC	PEW	256	INT	