

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



U.M.M.T.O
Université
Mouloud MAMMERI
Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et Informatique
Département d'électronique.

MEMOIRE

De fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme
D'INGENIEUR D'ETAT EN ELCTRONIQUE
option : contrôle.

Thème

Supervision et configuration d'une chaîne
de mesure et comptage du débit liquide
Sous WebAccess.

Proposé et dirigé par :

M^r : R. BESSAD

Présenté par :

M^r : KABECHE Ali

Promoteur : M^r Y. AIT BACHIR.

M^r : ARAB Saïd.

Promotion 2008

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Etude de la chaîne de mesure et comptage d'un débit liquide :	
I-1) Introduction:.....	2
I-2) Description de la chaîne de mesure:.....	2
I-2-1) Généralités sur les éléments intelligents:.....	3
I-2-2) Transmetteur intelligent (définition):.....	4
a) Définition:.....	4
b) Constitution d'un transmetteur intelligent:.....	5
c) la boucle de courant 4-20mA:.....	6
c-1) But de la boucle:.....	6
c-2) pourquoi la boucle 4-20mA:.....	6
c-3) comment est réalisé la boucle 4-20mA:.....	6
I-2-3) le débit:.....	8
a) Définition:.....	8
b) Différents régimes d'écoulement:.....	9
b-1) Ecoulement laminaire:.....	9
b-2) Ecoulement turbulent:.....	9
c) Nombre de Reynolds:.....	10
I-2-4) Débitmètre électromagnétique ABB (COPA-XL) :.....	11
a) Description :.....	11
b) principe de fonctionnement :.....	12
c) Exigences d'installation:.....	13
c-1) Longueurs de canalisation amont et aval:.....	13
c-2) Mise à la terre :.....	13
c-3) Caractéristiques :.....	14
I-2-5) débitmètre à turbine Faure Herman (TZN 40-15) :.....	14
a) Présentation :.....	14
b) Description :.....	14
c) Principe de fonctionnement :.....	15
d) Installation de TZN :.....	16
d-1) Installation mécanique :.....	16
d-2) Installation électrique :.....	16
e) Limitations de fonctionnement :.....	17
f) Caractéristiques fonctionnement :.....	17
I-2-6) La pompe :.....	18
a) Définition :.....	18
b) Choix d'une pompe :.....	18
I-3) Conclusion :.....	18

Chapitre II : comptage transactionnel

Introduction.....	19
II-1) Comptage d'un débit de liquide	19
II-2) Objectifs du comptage.....	19
II-3) Constitution d'un système de comptage d'un débit liquide.....	19
a) mesureur de débit	19
b) capteurs.....	19
c) Un système de calcul :.....	20
d) Compteur de volume de liquide :.....	20
II-4) Comptage de débit liquide transactionnel :.....	20

Sommaire

II-4-1) Dispositif de conversion :.....	20
II-4-2) Condition de mesure ou de ligne :.....	20
II-4-3) Conditions de base ou de référence :.....	20
II-4-4) Simulation d'une conversion d'un volume :.....	20
a) Le block de fonction API 2540 :.....	21
à-1) La norme API 2540 :.....	21
a-2) Equation utilisé par la norme API 2540 :.....	22
b) Bloc de calcul :.....	23
II-5) Le calculateur indicateur FH 6200	23
II-5-1) Présentation :.....	23
a) Présentation matériel :.....	23
a-1) Les entrées/sorties de FH6200.....	24
a-2) Communications :.....	24
a-3) Alimentation:.....	24
a-4) Interface face avant :.....	24
b) présentation logiciel et Fonctionnement :.....	25
b-1) Généralités :.....	25
b-2) Les paramètres externes de calculs de FH6200 :.....	25
b-3) Correction et calcul effectué par FH6200 :.....	27
b-3-1) Correction de poids d'impulsion (K facteur) de débitmètre à turbine TZN:.....	27
b-3-2) Calculs des débits instantanés :.....	27
b-3-3) Calcul du volume dans les conditions de mesurage:.....	28
b-3-4) Calcul du volume dans les conditions de base (Vbase):.....	28
b-3-5) Conversion du volume en masse.....	28
b-4) Affichage et gestion des grandeurs calculées	28
b-5) Mémorisation :.....	29
b-6) Système de contrôle et alarmes :.....	29
b-6-1) Contrôle de l'alimentation primaire :.....	30
b-6-2) Contrôle des mesureurs :.....	31
b-6-3) Contrôle du fonctionnement du système :.....	31
b-6-4) Contrôle du bon fonctionnement du dispositif et la mémorisation des données :.....	31
b-6-5) Contrôle de la validité des calculs :.....	31
b-6-6) Alarmes :.....	32
b-7) Logiciel de configuration du FH 6200 « FC config »:.....	32
b-7-1) Connexion avec le PC et le calculateur FH6200 :.....	32
b-7-2) Caractéristiques de la transmission :.....	33
b-7-3) Première utilisation du logiciel FC Config :.....	33
b-7-4) Configuration du répertoire de l'application :.....	33
b-7-5) Présentation des icônes de FC Config :.....	35
b-7-6) Exemple d'une page de configuration de FC Config :.....	36
II-6) Conclusion :.....	36

Chapitre III : les automates programmables industriels :

III-1) Introduction	37
III-2) Définition des APIs	37
III-3) Architecture des APIs	37
III-3-1) Architecture externe d'un API :.....	37
III-3-2) Architecture interne d'un API.....	38
III-4) Description des éléments d'un API	38
III-4-1) Unité centrale :.....	38
I-a) La mémoire :.....	38

Sommaire

1-b) Processeur :	39
1-c) Les bus :	39
III-4-2) Modules d'entrées/sorties	39
III-4-2-1) Les modules d'entrées :	39
a) Les modules d'entrées TOR :	39
b) Les modules d'entrées analogiques :	39
III-4-2-2) Les modules de sorties :	39
a) Les modules de sorties TOR :	40
b) Les modules de sorties analogiques :	40
III-4-3) Le module d'alimentation :	40
III-4-4) Différents types d'alimentations :	40
III-4-5) Les modules de communications :	41
III-4-5-1) Les consoles :	41
III-4-5-2) Les boîtiers de tests	41
III-4-5-4) Les unités de dialogue en ligne	41
III-4-6) Les coupleurs :	41
III-4) L'Automate Programmable ABB 07KR51 (AC 31 Série 50) :	41
III-4-1) Présentation :	41
III-4-2) Câblage du bus CS31 :	43
III-4-3) Câblage des entrées/sorties :	44
III-4-4) Fonctionnement d'un Automate Programmable Industriel :	45
III-4-5) démarrage du programme :	45
III-4-6) Domaines d'applications :	46
III-4-7) Description de l'automate 07KR51 :	46
III-3- 8) Les modes de communication et d'adressage de l'automate et de ses modules :	47
8-1) Les modes de communication :	47
8- 2) L'adressage de l'automate et de ses différents modules :	53
III-5) Programmation de l'automate ABB:	55
III-5- a) Programme de l'automate et son exécution :	55
III-5- b) Logiciel de programmation de l'automate ABB AC31GRAF :	56
III-6) Diagnostic :	56
III-7) Conclusion:	57

Chapitre IV : logiciel du supervision WebAccess

Introduction:	58
IV-1) Définitions :	58
A) Définition de la supervision :	58
B) Définition de SCADA:	58
IV- 2) Conception des systèmes :	58
IV-3) Architecture :	59
A) Architecture matérielle :	59
B) Architecture du logiciel:	59
IV-4) Description du logiciel de supervision WebAccess :	60
Définition	60
IV-4-1) Nœud Projet :	62
1) Le logiciel de nœud projet :	62
2) La base de données du WebAccess :	62
IV-4-2) Nœud SCADA :	63
IV-4-3) Le port de communication :	63
IV-4-4) Configuration du périphérique	64
IV-4-5) Les points :	64

Sommaire

IV-4-6) Draw	65
IV-4-7) ViewDAQ	65
IV-5) Création d'un projet sous WebAccess :.....	66
IV-6) Les différents domaines d'utilisation du WebAccess :.....	67
IV-7) Les caractéristiques essentielles de WebAccess :.....	69
IV-8) Les objectifs de logiciel web Access :.....	69
IV-9) Les Avantages de Web Access :	69
Conclusion:	70

Chapitre V : l'application expérimentale

Introduction :.....	71
V-1) Configuration de calculateur FH6200 :.....	71
V-1-a) Les paramètres de la configuration :.....	72
1) configurer les ports de communication :.....	72
2) configurer les entrées impulsions (mesureur) :.....	72
3) configurer le mesureur :.....	73
4) configurer la température de référence et de ligne :.....	74
5) configurer la pression de référence et de ligne :.....	74
6) configurer le calcul des masses volumique aux conditions de référence.....	75
7) configurer le calcul des masses volumique aux conditions de mesurage :.....	75
8) configuration d'une sortie analogique :.....	75
V-1-b) Les valeurs visualisées de la transaction :.....	75
V-2) programmation de l'automate :.....	76
V-2-1) Création du projet avec AC31GRAF :.....	76
V-2-2) Vérification et Compilation du programme :.....	79
V-2-3) Communication avec l'automate :.....	80
V-3) -Création du projet sous WebAccess :.....	81
1) Recueil d'information :.....	81
2) Démarrer Internet Explorer	81
3) Démarrer WebAccess	81
4) Créer le Nœud Projet :.....	82
5) Création du Nœud SCADA :.....	82
6) Création du port de communication :.....	84
7) Création du périphérique :.....	85
8) Création des étiquettes d'entrées/sorties :.....	85
9) Création des points totalisation :.....	87
10) Création du synoptique :	88
a) Animation de la synoptique :.....	88
b) Visualisation de la mesure en temps réel:	89
Conclusion générale.....	90

Annexe.....

Glossaire.....

Bibliographie.....

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Le bon Dieu qui nous a donné la bonne santé et la persévérance durant notre cursus.

Notre Co-promoteur Mr: BESSAD.R et notre promoteur Mr :AITBACHIR.Y à qui nous sommes très reconnaissants.

Nous sommes aussi reconnaissants envers tous les enseignants pour leurs contributions dans la réussite de nos études, ainsi tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury, devant qui nous avons l'honneur d'exposer notre travail et qui ont pris la peine de lire avec soin ce mémoire, pour juger son contenu et apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.

Introduction générale

A fin de suivre la concurrence imposée par l'économie du marché, les entreprises doivent améliorer la qualité, la quantité ainsi que la réduction des coûts de leurs produits.

Ces exigences ont été des moteurs du développement impressionnant du marché IHM (Interfaces Homme Machine), conduire et superviser ne se limite plus aujourd'hui simplement à un panneau raccordé à la commande, mais va bien au-delà et s'étend de l'affichage texte aux solutions PC intelligentes cohérentes, et Pour cela aussi les entreprises sont appelées à intégrer dans leurs chaînes de productions des systèmes de commande adaptés tel que les automates programmables industriels.

Les systèmes **SCADA** (**S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition) garantissent la transparence requise pour la production. **ABB** offre toute la panoplie des applications concernant la conduite et la supervision.

Notre projet a été réalisé au laboratoire d'instrumentation de l'**IAP** (**I**nstitut **A**lgérien de **P**étrole) il s'inscrit dans le cadre de « supervision et configuration d'une chaîne de mesure et de comptage de débit liquide sous **WebAccess** ».

Ce présent travail vise plusieurs objectifs qui sont entre autres :

- La configuration adéquate au calculateur **FH 6200**.
- Etude de technique de mesure et comptage de débit.
- Adaptation de l'Automate Programmable **ABB** au logiciel de supervision **WebAccess** ainsi qu'à la chaîne de mesure et comptage de débit.
- La prise en main du logiciel de configuration du calculateur de comptage **FH6200** « **FC config** »
- La prise en main du logiciel de programmation **AC 31 Graf** de l'Automate **ABB**.
- La prise en main du logiciel de simulation d'une station de comptage d'énergie (**APB**).
- La prise en main du logiciel de supervision **WebAccess**.

Notre mémoire est subdivisé en cinq chapitres présentés comme suit :

- Après une introduction générale, le premier chapitre est destiné à l'étude des différentes parties des composants constituant notre chaîne de mesure de débit.
- Le deuxième chapitre présente la technique de mesure et comptage transactionnel et une étude détaillée sur le fonctionnement de dispositif de comptage **FH6200**.
- Le troisième chapitre est consacré à la description générale des APIs et description détaillée sur l'Automate Programmable **07KR 51ABB série 50**.
- Le quatrième chapitre est réservé à l'étude générale du logiciel de supervision **WebAccess (SCADA)**.
- Le cinquième chapitre est consacré à la réalisation de notre application de mesure et de supervision **SCADA**.

Nous terminons par une conclusion générale et perspectives d'amélioration de ce système.

I-1) Introduction :

L'objectif de ce premier chapitre est de présenter notre banc de mesure ainsi que ses différents constituants, en abordant leurs principes de fonctionnement et leurs différentes caractéristiques.

I-2) Description de la chaine de mesure :

Notre chaine sert à mesurer un débit liquide, elle se compose d'un débitmètre à turbine TZN 40-15 avec un calculateur FH6200 et un débitmètre électromagnétique COPA-XL, qui captent et transmettent la mesure sous une forme d'un signal électrique 4-20mA vers les entrées de l'automate programmable ABB qui traite et compare les deux mesures.

Notre chaine de mesure, contient également une réserve d'eau, une pompe et une vanne manuelle.

La configuration du calculateur est faite à l'aide du logiciel FC Config.

La supervision de la chaine en temps réel est faite par le Web Access (logiciel SCADA (supervisory control and data acquisition)) et la programmation de l'automate est faite avec le logiciel AC31GRAF.

Des détails seront donnés dans nos prochains chapitres.



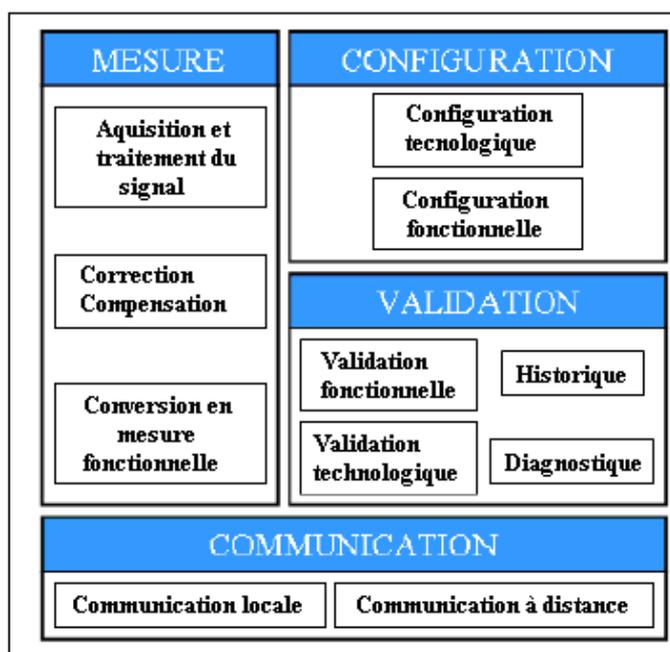
Figure (I.1) : chaine de mesure d'un débit

I-2-1) Généralités sur les éléments intelligents :

Les dernières années ont vu apparaître de nouveaux instruments de mesure capables de fonctionnalités multiples avec une précision de plus en plus affinée en ce qui concerne notamment toute une gamme de capteurs qui va du moins performant au plus intelligent.

Ces performances ont été possibles grâce à l'essor de la micro informatique et de la micro-électronique qui, de calculateur à microprocesseur ont été à la base de systèmes de contrôle de plus en plus sophistiqués. Leurs fonctionnalités, démultipliées leur a valu cette appellation < d'intelligent > en ouvrant à leur constituants puissants et miniaturisés, des possibilités nouvelles quant à leur capacité d'auto-configuration, d'autodiagnostic et de mesure.

Voici schématisé ci-après (figure I.2) les principales fonctionnalités (génériques) préconisées par le groupe de travail **CIAME** (Comité Interprofessionnel pour l'Automatisation et la MEsure)



Figure(I.2) : Fonctionnalités du capteur intelligent.

Ces éléments intelligents, ont la faculté d'interagir avec leur environnement grâce à la fonction **communication** qui est indispensable à la réalisation de quelques autres fonctionnalités. En effet, la modification de la configuration va pouvoir être commandée depuis une communication locale, et permettre un changement d'échelle, un choix de capteur adapté, un remplacement de capteur par un autre, la communication d'une mesure sur la grandeur principale ou d'influence.

Les fonctions **configurations** qui servent à adapter les caractéristiques du capteur. Selon la phase de vie dans laquelle elles interviennent, ont été dénommées différemment : on peut citer la **configuration technologique** qui formalise (adapte) le capteur aux types de tâches auxquels il sera destiné. Elle se réalise, soit lors de la fabrication du capteur, ou alors lors de son intégration dans le système par l'utilisateur, permettant ainsi de remplacer toute une gamme de capteurs par un seul capteur configurable.

La **configuration fonctionnelle** met en conformité le capteur en fonction de l'application précise et du contexte de la mesure. Cette opération est réalisée lors d'une modification de contexte, qui peut survenir à tout moment.

La fonction **mesure** figure parmi les fonctions les plus importantes d'un capteur intelligent puisque elle permet d'alimenter par des données fournies toutes les autres fonctionnalités.

La **validation** ou **l'auto-contrôle** regroupe l'ensemble des fonctions susceptibles de rendre compte de l'état et du bon fonctionnement du capteur. Elle sert à avertir l'instrument intelligent sur son éventuel mauvais fonctionnement, défauts d'alimentation, mauvaise transmission de signaux ou autres, ce qui assure une plausibilité aux informations destinées à la commande ou issues de la mesure.

I-2-2) Transmetteur intelligent :

a) Définition:

Les transmetteurs intelligents sont des dispositifs capables de transformer une grandeur physique en une grandeur exploitable (souvent de nature électrique). Le choix de l'énergie électrique vient du fait qu'un signal électrique se prête facilement à de nombreuses transformations difficiles à réaliser avec d'autres types de signaux.

Les transmetteurs sont aptes à détecter, mesurer, traduire, dater les données collectées...

Les transmetteurs intelligents sont des appareils de mesure munis d'un module de communication et d'un microcontrôleur.

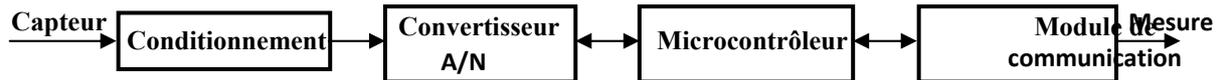
Le module de communication permet de :

- Régler le transmetteur à distance.
- Brancher plusieurs transmetteurs sur la même ligne.

Quant au microcontrôleur sa fonction est de :

- Calculer et de délivrer le signal conditionné.
- Corriger l'influence des perturbations sur la mesure.

La structure générale d'un transmetteur intelligent se définit comme suit :



Figure(I.3) : Structure générale d'un transmetteur intelligent.

b) Constitution d'un Transmetteur intelligent :

Le transmetteur intelligent correspond principalement à l'intégration dans le corps du transmetteur:

- D'un module détecteur constitué de capteur de la grandeur à mesurer et de température, d'une mémoire du module détecteur de coefficient de correction et de caractéristiques du module, il contient également un bloc pour la conversion du signal analogique en numérique.

- D'un module électronique contenant un microprocesseur qui se charge de la linéarisation du capteur, Réétalonnage, Diagnostique et la communication, comme il possède aussi un convertisseur numérique/analogique, un module de communication numérique.

La configuration du transmetteur peut être faite par la console de communication.

(Voir figure I-4).

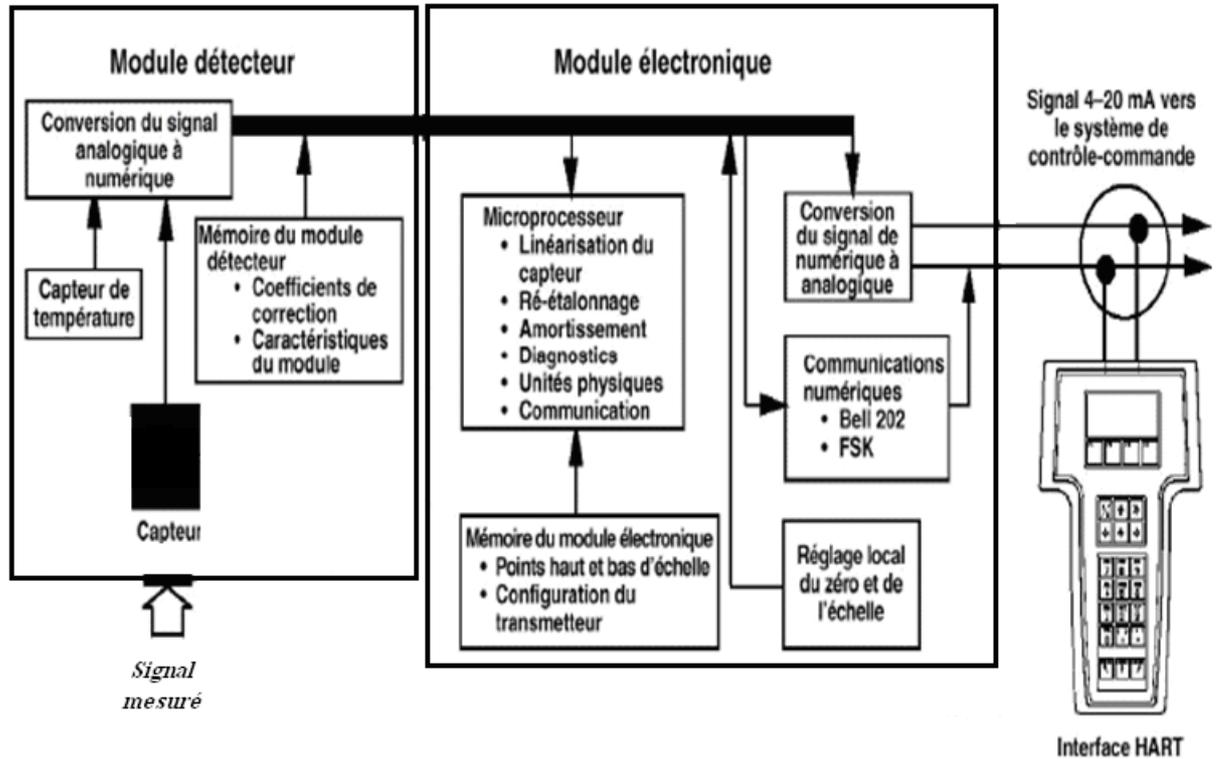
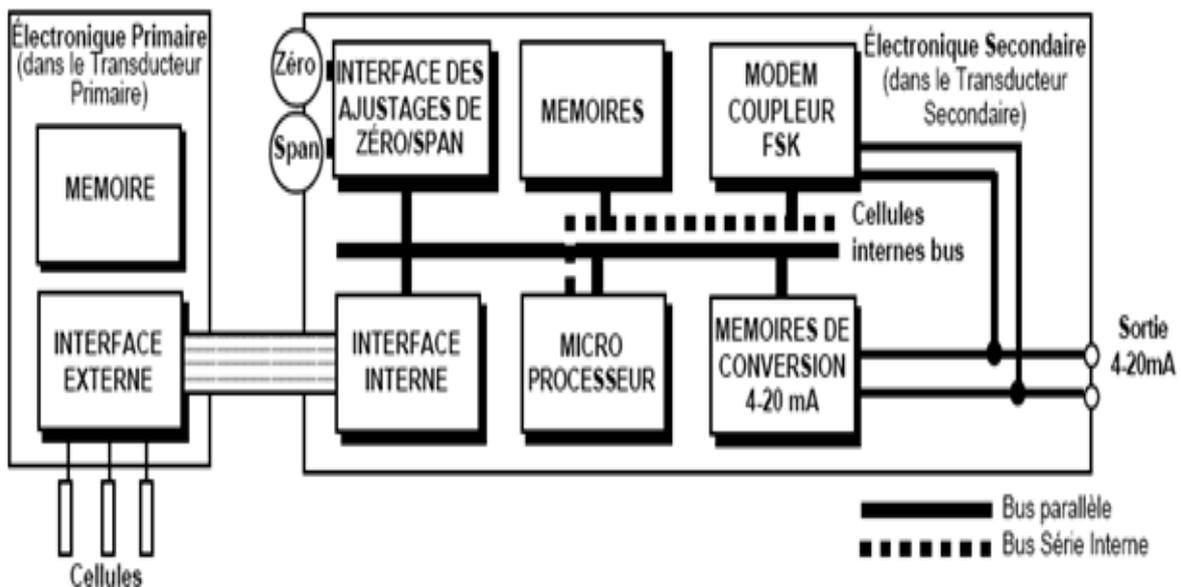


Figure (I.4): Structure de transmetteur intelligent.

➤ CAS d'un transmetteur intelligent (pression):

Le microprocesseur reçoit les données du modem interne et gère la communication numérique bidirectionnelle grâce au dispositif de configuration, c'est-à-dire le communicateur portable ou le configurateur pour ordinateur.



Figure(I.5) : Diagramme des blocs

C) La boucle de courant 4-20 mA :

C-1) But de la boucle :

La boucle de courant 4-20 mA est un moyen de transmission permettant de transmettre un signal analogique sur une grande distance sans perte ou modification de ce signal.

C-2) Pourquoi la boucle 4-20 mA ?

On a toujours eu un besoin de transmettre un signal analogique depuis le premier capteur analogique. Au début les ingénieurs ont eu de grandes difficultés à trouver un signal électrique qui pouvait être transmis sur des fils sans introduire des erreurs. L'utilisation d'une simple variation de tension n'était pas assez fiable, car un changement dans la longueur et la résistance des fils avait pour conséquence de modifier la valeur mesurée.

Deux solutions ont été proposées : une par transmission d'impulsion PDM (Pulse Duration Modulation) et l'autre par variation proportionnelle d'une fréquence selon la valeur analogique. Mais ces deux solutions coûtaient cher et étaient difficiles à mettre en œuvre.

Lorsque la boucle 4-20 mA est arrivée, elle est rapidement devenue le standard car elle a pu être très précise et ne pas être affectée par la résistance des fils et par les variations de la tension d'alimentation.

C-3) Comment est réalisé la boucle 4-20 mA :

Pour réaliser la boucle 4-20 mA, il faut au moins 4 éléments : l'émetteur, l'alimentation de la boucle, les fils de la boucle et le récepteur. Ces 4 éléments sont connectés ensemble pour former une boucle.

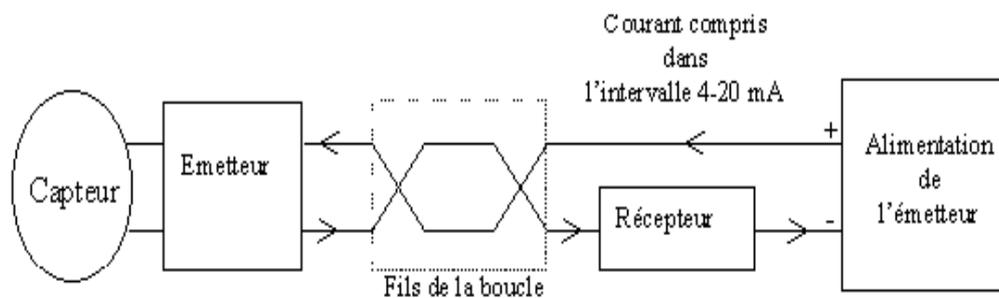


Figure V-1 : Réalisation de la boucle 4-20 mA.

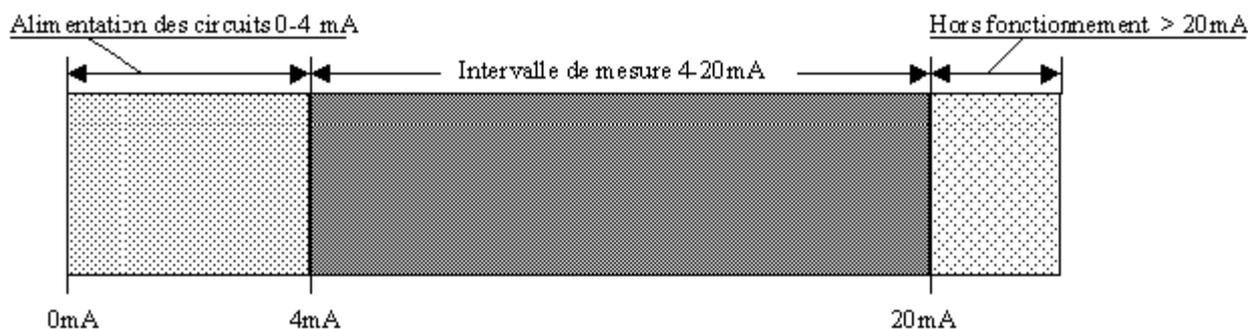
➤ L'émetteur :

L'émetteur est composé d'un capteur qui va mesurer les grandeurs physiques comme la température, la pression... et d'un émetteur de courant 4-20 mA.

L'émetteur convertit la valeur mesurée par le capteur en un courant compris dans l'intervalle 4-20 mA. On a un courant de 4 mA pour la première valeur de l'échelle de mesure du capteur et 20 mA pour la dernière mesure du capteur (exemple: si on a un capteur qui doit mesurer une température de -40°C à 50°C , 4mA correspondra à -40°C et 20mA à 50°C). Si on lit 0 mA la boucle ne fonctionne plus ou il y a une erreur dans la boucle.

➤ **L'alimentation :**

L'émetteur doit être alimenté pour fonctionner ceci est réalisé à l'aide des deux fils de la boucle. Le courant de 0 à 4 mA de la boucle sert pour l'alimentation du circuit émetteur (l'émetteur doit donc consommer moins de 4 mA). La plupart des émetteurs sont alimentés en 24 V mais certains de bonne qualité n'ont besoin que de 12V.



Figure(I.7) : Courant d'alimentation de la boucle 4-20 mA.

➤ **Les fils de la boucle :**

Pour relier tous les composants ensemble, il faut satisfaire toutes les conditions suivantes : Il faut qu'ils aient une très faible résistance, une bonne protection contre la foudre, avoir une seule mise à la masse, plusieurs masses rendraient la boucle inopérante car une petite fuite de courant de masse dans la boucle risquerait d'affecter l'exactitude de la boucle.

➤ **Le récepteur :**

On a toujours au moins un récepteur dans la boucle. Il peut être un afficheur digital, une table d'enregistrement, un déclencheur de vanne... Ils ont tous une chose en commun, une résistance. Il peut y avoir plus d'un récepteur dans la boucle tant qu'il y a assez de tension pour alimenter la boucle, on peut insérer autant de récepteur que l'on veut.

I-2-3) Le débit :

a) Définition :

Le débit, c'est la quantité du fluide qui s'écoule ou qui est fournie par unité de temps, il est habituellement mesuré par déduction, en mesurant la vitesse moyenne à travers une section connue. Le débit mesuré par cette méthode indirecte est le débit volumique Q_v :

$$Q_v = S \cdot V \dots\dots\dots I.1$$

- S est la surface de section de la conduite en m².
- V est la vitesse moyenne du fluide en m/s.

Le débit volumique Q_v est le volume de fluide écoulé pendant l'unité de temps (en m^3/s).
 Le débit massique Q_m est la masse de fluide écoulée pendant l'unité de temps (en kg/s).
 En appelant ρ , la masse volumique du fluide (en kg/m^3) :

$$\boxed{Q_m = \rho \cdot Q_v} \dots\dots\dots I.2$$

b) Différents régimes d'écoulement

Selon la viscosité du fluide et sa vitesse, on distingue deux régimes d'écoulement : **écoulement laminaire** et **écoulement turbulent**.

b-1) Ecoulement laminaire

Une étude qualitative montre que pour une configuration géométrique donnée, un écoulement permanent de fluide visqueux incompressible est généralement stable si et seulement si les vitesses d'écoulement sont assez faibles. Dans ce cas, une petite perturbation introduite dans l'écoulement s'atténue jusqu'à disparaître. On parle alors d'*écoulement laminaire*.

Dans cet écoulement, les couches de fluide glissent régulièrement les unes sur les autres. En chaque point, le vecteur vitesse reste fixe tant en direction qu'en grandeur.

b-2-) Ecoulement turbulent

Cette fois, chaque particule de fluide est animée de vibrations aléatoires. Le vecteur vitesse est la somme de deux composantes : la vitesse moyenne qui représente le mouvement global du fluide et une vitesse de fluctuations à caractère aléatoire tant en direction qu'en grandeur.

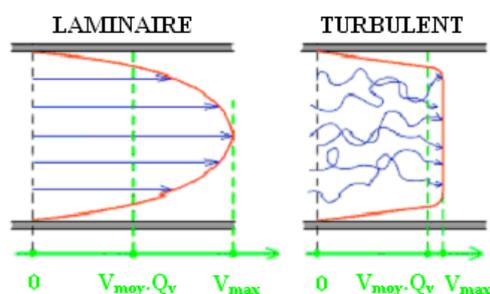


Figure (I.8) : Profils des vitesses pour un écoulement laminaire et pour un écoulement turbulent.

c) Nombre de Reynolds :

Pour faciliter la comparaison entre deux écoulements, on utilise des nombres sans dimension. Dans un écoulement incompressible (pression = constante) et isotherme (température = constante), un seul paramètre est suffisant c'est le nombre de REYNOLDS, qui est défini par la relation :

$$Re = \frac{\rho \cdot V_{moy} \cdot D}{\mu} \dots\dots\dots I.3$$

Dans laquelle :

- ρ est la masse volumique du fluide (kg/m³)
- V est la vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)
- D est le diamètre de la canalisation (m)
- μ est la viscosité dynamique du fluide (Pa.s), liée à la viscosité cinématique τ par la relation: $\tau = \mu/\rho$.

Le nombre de Reynolds exprime le rapport entre les ordres de grandeur respectifs des forces d'inertie et de frottement visqueux. Pour un écoulement donné, la valeur du nombre de Reynolds conditionne le caractère laminaire ou turbulent de l'écoulement, tel que :

- **Si $Re \leq 2000$:** le régime est **laminaire**, les forces de frottement dominant dans ce type d'écoulement.
- **Si $2000 < Re < 4000$:** le régime est incertain, mais, s'il est turbulent à un certain instant, alors, il le restera.
- **Si $Re \geq 4000$:** le régime est **turbulent**, les forces d'inerties dominant.

Le débit peut être mesuré en utilisant différents types de débitmètres, on distingue :

Mesure de vitesse du fluide

- débitmètre électromagnétique
- débitmètre à ultrasons
- débitmètre à effet Doppler
- débitmètre à turbine

Mesure de pression différentielle à l'aide d'organes déprimogènes

- débitmètre à diaphragme
- tube de Venturi
- débitmètre à tuyère

Mesure des débits massiques de fluides

- a effet Coriolis
- a effet thermique

Mesure de pression dynamique

- tube de pitot
- débitmètre à cible

Chaque type a son domaine d'application en fonction du fluide et de la précision escomptée.

I-2-4) Débitmètre électromagnétique ABB (COPA-XL):**a)Description :**

Le débitmètre électromagnétique peut mesurer d'une manière précise le débit lorsque la conductivité minimale est de $5 \mu s / cm$.

Le COPA-XL est un système de débitmètre compact, il est constitué d'un primaire et d'un convertisseur.

La figure I.9 représente le débitmètre électromagnétique utilisé dans notre chaîne :



Figure (I.9) : Débitmètre électromagnétique.

b) Principe de fonctionnement:

Le principe du débitmètre électromagnétique repose sur la loi d'induction de FARADAY: **Quand un conducteur rectiligne se déplace dans un champ magnétique, une force électromotrice est induite dans ce conducteur.** Un champ magnétique \mathbf{B} est créé par deux enroulements inducteurs placés de part et d'autre d'un même diamètre de la canalisation (voir la figure (I.5)). Le conducteur est le fluide lui-même, circule dans une canalisation isolée électriquement à l'intérieur. La force électromotrice est mesurée par deux électrodes au contact avec la liquide, et placées aux deux extrémité d'un diamètre perpendiculaire aux lignes d'induction.

La force électromotrice U_E mesurée est proportionnelle à la vitesse moyenne du liquide v , donc au débit volumique qv du liquide, l'induction magnétique \mathbf{B} et l'espacement d'électrodes D selon les formules :

$$U_E \approx D.B.v \dots\dots\dots I.4.a$$

$$q.v \approx \frac{D^2 \pi}{4} .v \dots\dots\dots I.4.b$$

$$U_E \approx q.v \dots\dots\dots I.4.c$$

Le signal de sortie a une amplitude de quelques millivolts est converti dans le convertisseur en signaux calibrés, analogiques et numériques et indique également le sens de l'écoulement.

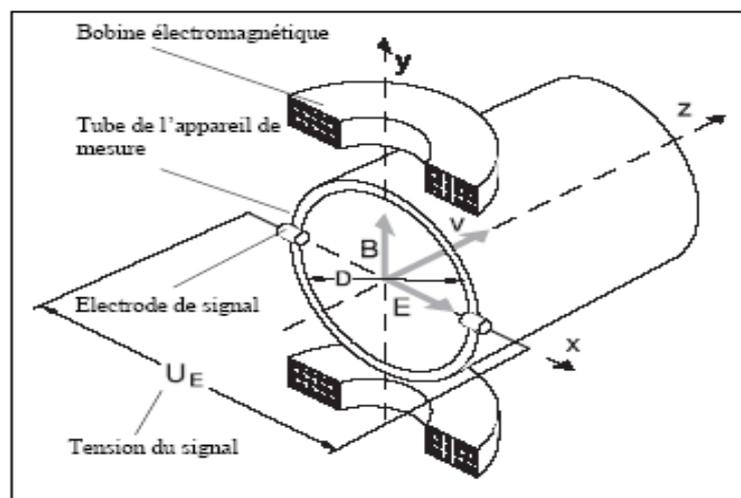
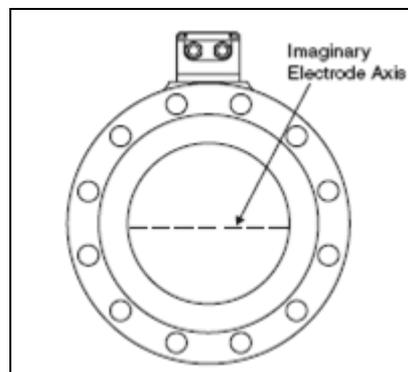


Figure (I.10) : Schéma du débitmètre électromagnétique.

c) Exigences d'installation :**c-1) Longueurs de canalisations amont et aval :**

Nous avons constaté que dans la plupart des installations, les longueurs droites amont d'une longueur de $3 \times D$ et longueurs droites aval d'une longueur de $2 \times D$ suffisent. Ces longueurs doivent être respectées afin de ne pas perturber la linéarité de l'écoulement du fluide. Le débitmètre peut être installé dans une canalisation verticale, horizontale ou inclinée. L'axe de l'électrode doit être installé à l'horizontal si possible. L'installation idéale est représentée par la figure I.11 :



Figure(I.11): Axe de l'électrode.

c-2) Mise à la terre :

La mise à la terre est essentielle en matière de sécurité et aussi pour le bon fonctionnement du débitmètre électromagnétique. Les vis de terre du primaire du débitmètre doivent être connectées au potentiel de terre. Pour des raisons techniques, ce potentiel de terre doit être identique au potentiel du fluide.

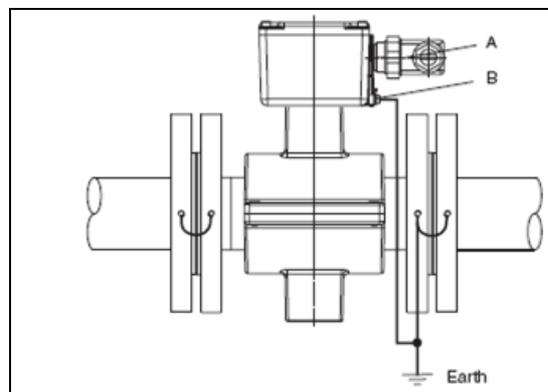


Figure (I.12): mise à la terre

C-3) Caractéristiques :

Tension d'alimentation : 24 V en Alternatif , 24 V en Continu.

Conductivité minimale : 5 μ S/cm.

Signal de sortie analogique : 4-20 mA (Dans notre cas).

Température admissible du fluide : -25 – 130 °C

Précision : 0.5 % de la mesure.

Diamètre nominal 25mm

Débit max 100 l/min

Domaine d'utilisation : liquide visqueux, pâteux, chargés d'impuretés, à condition qu'ils soient conducteurs de l'électricité.

Zone de protection IP65.

I-2-5) Débitmètre a turbine Faure Herman (TZN 40-15) :**a) Présentation :**

Les mesureurs à turbine de la famille TZN sont destinés à la mesure de volumes de liquide de faible à forte viscosité (de 0.3 à 120 cSt (centimètre stokes)), avec des applications possibles pour des liquides de viscosité supérieure à 700 cSt sur les gros diamètres.

Leur construction simple et robuste permet de garantir une très bonne précision et une excellente répétabilité des mesures pour de nombreuses applications industrielles.

b) Description :

Le débitmètre à turbine Faure Herman TZN 40-15 est un compteur à turbine de type à rotor hélicoïdal.



Figure (I.13): TZN 40-15

Le TZN comporte une cartouche amovible qui contient le tube étalonné, les supports de paliers, les arbres, les manchons et les rotors hélicoïdaux.

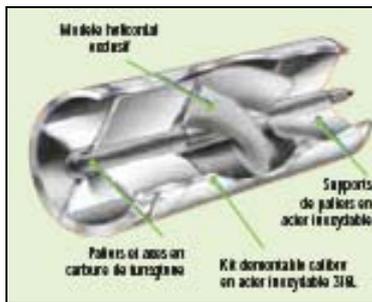


Figure (I.14): cartouche de TZN

Les débitmètres à turbine de modèle TZN sont équipés de deux capteurs électromagnétiques qui engendrent deux trains d'impulsions déphasés.

Le positionnement des capteurs dans le corps du mesureur permet de générer deux trains d'impulsions déphasés de 90 °.

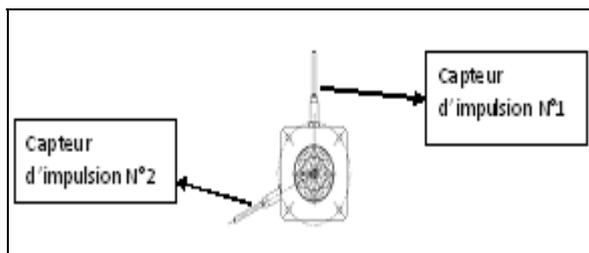


Figure (I.15): vue de profil TZN 40-15

c) Principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement de ce type de mesureur repose sur la mesure de la vitesse de rotation d'une hélice à pales hélicoïdales placée au centre de la canalisation, au moyen d'un ensemble d'aimants (placés dans les pales) – bobine (positionnée dans le corps du mesureur). La mesure de la fréquence du signal électrique généré permet de calculer le débit de liquide circulant dans la canalisation au moyen de l'expression :

$$Q = \frac{f}{K} \times 3600 \dots\dots\dots I.5$$

Avec:

Q Débit instantané (m³/h)

F Fréquence des signaux (Hz)

K Facteur propre au sous-ensemble de mesure, déterminé et enregistré lors de l'étalonnage en usine, ou sur site (imp/m³)

Le comptage des impulsions générées par la bobine permet de calculer le volume passé entre deux instants donnés au moyen de l'expression :

$$V = \frac{N}{K} \dots\dots\dots I.6$$

Avec :

V : le volume totalisé (m³)

N : le nombre d'impulsion comptabilisé

**On va voir dans le deuxième chapitre un dispositif de réception et comptage pour les débitmètres à turbine

d) Installation de TZN :

d-1) Installation mécanique :

Lors du montage du mesureur sur la canalisation, s'assurer :

- De la propreté de la canalisation en amont du mesureur,
- Du sens d'écoulement, représenté par une flèche sur la plaque indicatrice,
- De la correspondance des brides et des faces de joint, côté canalisation et côté mesureur,
- De l'alignement du mesureur avec les canalisations amont et aval et de l'absence d'obstacle au bon écoulement du liquide (joint, ...),
- De l'absence d'efforts excessifs générés par la compensation des désalignements de tuyauteries amont et aval par le serrage des brides,
- De la position du raccordement électrique pour éviter la mise en traction du câblage.

d-2) Installation électrique

Les mesureurs de la famille TZN sont équipés de systèmes de détection composés d'une bobine et en option, d'un préamplificateur (FH710) situés à l'intérieur d'un boîtier antidéflagrant.

L'utilisation de la bobine seule permet la transmission des signaux générés sur une distance maximale d'environ 200 mètres sous réserve de l'utilisation de câbles blindés dans des zones de faibles perturbations électromagnétiques.

e) Limitations de fonctionnement :

Le domaine de fonctionnement nominal de l'équipement est précisé sur sa plaque d'identité. Ce domaine est notamment défini en termes de :

- Débit – Minimum/Maximum
- Pression – Maximum
- Température – Minimum/Maximum

Les limitations de débits précisent le domaine de performances optimales de l'équipement (précision et répétabilité des mesures).

La valeur maximale fixe également la limite de fonctionnement en continu admissible. Cette limite peut être dépassée, occasionnellement, sans dépasser 120 % de la valeur fixée.

Les limitations de pression et de température concernent exclusivement le dimensionnement mécanique de l'équipement et définissent le domaine de fonctionnement autorisé.

f) Caractéristiques de fonctionnement :

K facteur linéaire : 38.21 pulses/l.

Fréquence min linéaire : 2 Hz

Débit min linéaire : 4 l/mn.

Fréquence max linéaire : 200 Hz

Débit max linéaire : 500 l/mn

Pression de service min : 1 bar (à 38°C).

Pression de service max : 15,9 bar (à 38°C).

Température min/max : -20...+80°C

Performances :

Précision : $\pm 0,15\%$

Répétabilité : $\pm 0,02\%$

I-2-6) La pompe :**a) Définition :**

Une pompe est un appareil qui transforme une énergie mécanique (couple et vitesse de rotation) en une énergie hydraulique (débit et pression). Cette transformation se fait au moyen d'une turbine (roue à aubes).

Elle est également considérée comme une machine hydraulique capable d'élever un débit Q à une hauteur H .

La figure (I-16) représente une pompe :



Figure (I.16) : La pompe.

b) Choix d'une pompe :

Les différentes contraintes qui doivent être prises en considération pour orienter le choix de type de pompe à adopter, résultent de l'examen des diverses conditions à satisfaire :

- Satisfaire les hauteurs d'aspirations et de refoulement.
- Satisfaire le débit à assurer.
- Satisfaire la zone de protection IP.

I-3) Conclusion :

Dans ce chapitre on a fait une brève présentation de la chaîne, une étude générale sur le transmetteur intelligent (débitmètre électromagnétique) et un débitmètre à turbine avec deux capteurs s d'impulsion, ainsi que la pompe qui est une source d'alimentation de cette chaîne.

Introduction :

De très nombreuses technologies permettent la mesure de débit d'un fluide. Ces mesures sont capitales dans le monde industriel pour pouvoir maîtriser et améliorer les procédés de contrôle et de transport, notamment dans l'industrie des hydrocarbures où ces mesures sont très importantes pour le comptage.

Dans ce chapitre, on va présenter un dispositif de comptage des hydrocarbures

II-1) Comptage d'un débit de liquide :

Le comptage est une activité quotidienne et continue de **mesure des débits**. Le choix d'un type de comptage plutôt qu'un autre dépend :

- Des objectifs recherchés par l'opération.
- Des conditions de site, principalement les limites d'emploi (Pression; Température ; type de fluide, ...)
- Des aspects économiques liés aux coûts des différents procédés.

II-2) Objectifs du comptage :

Les opérations de comptage permettent :

- La comptabilisation et la facturation des quantités d'hydrocarbures livrées aux clients ou en transit.
- De fournir les informations indispensables pour toute conception, extension ou exploitation rationnelle des réseaux de transport d'hydrocarbures.
- L'établissement du bilan technique (bilan matière) d'un réseau de pipelines, l'évaluation des pertes de produit, la détection et la localisation des fuites.
- L'établissement et le suivi des rendements des unités industrielles consommatrices (Stations de compression, stations de pompage, centrales électriques alimentées en gaz, etc.)

II-3) Constitution d'un système de comptage d'un débit liquide :**a) Mesureur de débit :**

Il constitue l'élément primaire, dans notre cas est un débitmètre à turbine.

b) Des capteurs :

Ils constituent l'élément secondaire, ils permettent de mesurer les grandeurs physiques qui vont influencer sur le débit (telle que la température, la pression,...)

c) Système de calcul :

Il traite les différentes valeurs données par les capteurs sur cette base et suivant l'équation de débit il calcule les valeurs instantanées du débit de liquide

d) Compteur de volume de liquide :

Destiné à mesure de façons continue, à mémoriser et à afficher le volume de liquide qui le traverse dans les conditions de mesure.

II-4) Comptage de débit liquide transactionnel :

Pour faire le comptage d'un débit transactionnel on doit tout d'abord mesurer le débit instantané corrigé en pression et en température, et convertir le volume totalise.

II-4-1) Dispositif de conversion :

Dispositif qui converti automatiquement le volume mesure dans les conditions de mesure en un volume dans les conditions de base ou en masse, en tenant compte des caractéristiques du liquide (température, pression, masse volumique...) mesuré au moyenne d'instrument de mesurage associes, ou mémorisées.

Le quotient du volume dans les conditions de base, ou de masse, par le volume dans les conditions de mesure est appelé : facteur de conversion.

II-4-2) Condition de mesure ou de ligne :

Conditions dans lesquelles se trouve le liquide dans le volume est à mesurer telle que la température et la pression.

II-4-3) Condition de base ou de référence :

Condition fixées auxquelles le volume de liquide mesuré est converti telle que la température et la pression de référence.

Les valeurs choisies comme conditions de base doivent être de préférence 15 ou 20°C et 1.01325bar.

✓ La transaction de pétrole se fait en volume de base ou en masse pas en volume mesuré.

II-4-4) Simulation d'une conversion d'un volume :

Le logiciel APB nous permet de faire la simulation d'une conversion d'un volume de liquide selon la norme internationale API 2540.

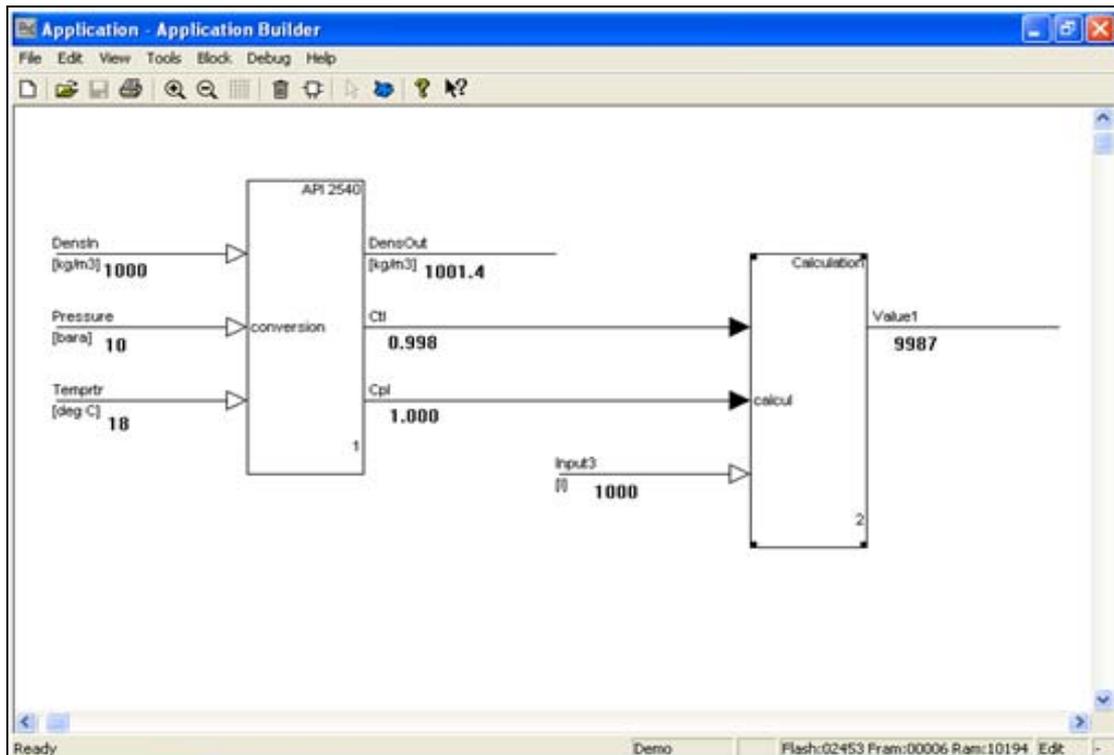


Figure (II-1) : Simulation d'une conversion d'un volume selon la norme API2540

a) Le block de fonction API 2540 :

Exécute des corrections de la température et de pression sur une densité liquide.

Le bloc de fonction produit la densité de base si une densité de ligne est employée comme valeur d'entrée, ou densité de ligne si la densité de base est la valeur d'entrée.

a-1) La norme API 2540 :

La norme API 2540 indique la conversion d'une densité liquide aux conditions spécifiques en densité aux conditions de référence.

Les conditions de référence sont placées à une température de base égale à 15⁰C et à une pression base égale à la pression atmosphérique c.-à-d. à 1.01325bar.

Deux constantes (K_0 et K_1) sont exigées pour ces calculs, ces constantes sont définies pour le pétrole brut avec une densité de base entre 610.5 jusqu'à 1075.0 [kg/m³], et les produits de raffinage avec une densité de base entre 653 jusqu'à 1075 [kg/m³].

Les résultats des calculs API2540 peuvent être trouvés dans les tableaux 53 et 54.

Le tableau 53 : Définit une méthode pour la correction de la densité observée à la densité à 15⁰C et peut être employé pour calculer la densité de base d'une densité de ligne.

Le tableau 54 : Définit la correction du volume à 15⁰C contre la densité à 15⁰C, il emploie la même équation que le tableau 53 pour calculer le facteur de correction de volume.

a-2) Equation utilisé par la norme API 2540 :

-relation entre la masse volumique d'un fluide et la température :

$$CTL = \frac{\rho(T\&P)}{\rho_{réf}} e^{[-\alpha_{15} \times \Delta t (1 + 0.8 \alpha_{15} \times \Delta t)]} \dots\dots\dots II.1$$

avec $\Delta t = T_{lig} - T_{ref}$

CTL : coefficient de correction du volume en température

$$\alpha_{15} = \frac{K_0}{\rho_{15}^2} + \frac{K_1}{\rho_{15}} \dots\dots\dots II.2$$

α_{15} : coefficient thermique d'expansion du liquide à la température de référence

K_0, K_1 : coefficient API-2540, sélection en fonction de la nature du fluide

Produit	Plage Kg/m ³	K ₀	K ₁
Pétrole brut	610.627/1074.982	613.9723	0
Essences	652,934/778,5	346,4228	04388
Kérosène	779/838,5	494,5418	0
Gasoil	839/1074,982	186,9696	0,4862

-Formule API pour la correction en pression :

$$CPL = \frac{1}{1 - F(P_{lig} - P_e)} \dots\dots\dots II.3$$

CPL : coefficient de correction du volume en fonction de la pression

F : Facteur de compressibilité

-Calcul de facteur de compressibilité F :

$$F = e^{-1.6208 + (0.00021592 * T) + \frac{0.87096}{\rho_{15}^2} + \frac{0.0042092 * T}{\rho_{15}^2}} \dots\dots\dots II.4$$

b) Bloc de calcul :

Calcul de volume dans les conditions de base ($T^0=15^0C$, $P_e=1,01325$ bar)

$$\boxed{\text{Volume de base [m}^3\text{]} = \text{volume mesure [m}^3\text{]} \times \text{CTL} \times \text{CPL}} \dots\dots\dots \text{II.5}$$

II-5) Le calculateur indicateur FH 6200 :**II-5-1) Présentation :**

Le dispositif calculateur-indicateur électronique FAURE HERMAN type FH6200 est destiné à équiper des ensembles de mesure de hydrocarbures.

Les fonctions essentielles du dispositif FH6200 sont les suivantes :

- Acquisition et traitement des impulsions en provenance d'un mesureur de manière simultanée.
- Acquisition et traitement du signal en provenance d'un transducteur de température, de pression et masse volumique.
- Calcul et affichage des volumes de liquide (volumes partiels et généraux) dans les conditions de mesure.
- Calcul et affichage des volumes de liquide (volume partiels et généraux) convertis dans les conditions de base ou de référence.
- Calcul et affichage des volumes de liquide convertis en masses (masses partielles et générales) dans les conditions de mesure.
- Surveillance de l'écart électronique entre les deux voies d'impulsion d'un même mesureur.
- Mémorisation des données relatives à la transaction.

a) Présentation matériel :

Le calculateur de comptage FH6200 est conçu autour du microcontrôleur 32 bits MC68332 MOTOROLA associé à 768K Octets de mémoire programme et de 1Mo de mémoire RAM. La fabrication des cartes électroniques composant le calculateur utilise la technologie des composants montés en surfaces. Cette conception permet d'obtenir une grande puissance de calcul dans un ensemble électronique compact et fiable.

Cet appareil pouvant être équipé de plusieurs types de logiciels spécifiques, il permet d'effectuer, conformément aux normes et règles en vigueur, le mesure et la détermination des volumes de fluides raffinés ou brut.

a-1) Les entrées/sorties de FH6200

- **Entrées :**

- 10 entrées analogiques 0/4-20mA
- 4 entrées mesures de période pour les capteurs de masse volumique et de viscosité
- 2 entrées mesureurs à double train d'impulsion selon norme ISO6551, avec alimentation des mesureurs sélectionnable en 8 ou 16 volts, 120mA.
- 16 entrées logiques TOR (avec carte d'extension)

- **Sortie :**

- 8 sorties analogique 0/4-20mA
- 5 sorties impulsion pour raccorder des compteurs d'impulsion (10 Hz max)
- 16 sorties logique TOR à collecteur ouvert (avec carte d'extension)
- 1 tension de sortie isolée disponible pour l'alimentation de capteur (24 V 800mA)

a-2) Communications :

- 1-liaison RS 232 peuvent être affectée au réseau MODBUS à l'imprimante ou au PC de configuration
- 2- liaison configurables RS232/RS485 peuvent être affectée au réseau MODBUS, à l'imprimante ou au PC de configuration.

a-3) Alimentation :

Alimentation continue 21 Volt à 30 Volt, 24V/5Watt en nominal (35 W max, 2A en point ou démarrage).

a-4) Interface face avant :

- Clavier étanche de 30 touches
- Afficheur à cristaux liquide 4 lignes de 20 caractères
- Verrou de sécurité pour accès aux paramètres



Figure(II.2) : Face avant de FH 6200

b) Présentation logiciel et Fonctionnelle :

b-1) Généralités :

Les calculs concernant les volumes à pression et température de référence effectués par FH6200, s'appliquent aux produits pétroliers liquides et aux gaz de pétrole liquéfiés.

La température de référence considérée est 15°C . la pression de référence est suivant le cas, la pression atmosphérique standard pour les produits à la pression atmosphérique, ou la pression d'équilibre du produit s'il s'agit d'un hydrocarbure léger ou un gaz liquéfié.

b-2) Les paramètres externes de calculs de FH6200 :

b-2-1) La température mesurée ou de ligne (Tlig):

- soit par fixation d'une valeur à la configuration du dispositif.
- soit par l'intermédiaire d'une sonde de température de type Pt100.

b-2-2) La pression mesurée ou de ligne (Plig) est obtenue :

- Soit par fixation d'une valeur à la configuration du dispositif.
- Soit par l'intermédiaire d'un capteur de pression délivrant un signal 4-20 mA

b-2-3) La masse volumique :

Deux méthode de fonctionnement sont possible selon le dispositif FH6200 est associe ou non à un transducteur de masse volumique :

Première méthode :

Le calculateur FH6200 calcule la masse volumique à température et pression ($\rho(T\&P)$) à partir de la masse volumique aux conditions de référence ($\rho_{\text{réf}}$) à 15°C et à la pression d'équilibre ($P_e = 1.01325 \text{ bar}$).

-soit la masse volumique aux conditions de référence est connue et sa valeur est un paramètre fixe introduit lors de la configuration

-soit la masse volumique aux conditions de référence est calculée à partir de la masse volumique primaire

A partir de ces grandeurs, des tables normalisées et des normes précitées le calculateur détermine la masse volumique dans les conditions de mesurage à température et à pression, le volume dans les conditions de mesurage, le volume dans les conditions de base, et la masse.

Deuxième méthode :

Le dispositif FH6200 calcule la masse volumique aux conditions de référence à partir de la masse volumique mesurée à T & P appelée masse volumique primaire. La masse volumique à T & P est accessible de deux manières possible :

-soit la masse volumique à T & P est connue et sa valeur est un paramètre fixe introduit, lors de la configuration sous « masse volumique primaire »

- soit la masse volumique à T & P est transmise à l'une des entrées du dispositif FH6200 par un transducteur de masse volumique. La masse volumique issue du transducteur de masse volumique est alors celle du paramètre appelé «masse volumique primaire ».

A partir de ces grandeurs, des tables normalisées et des normes précitées le calculateur détermine la masse volumique de référence à 15 °C et à la pression d'équilibre, le volume dans les conditions de mesurage, le volume dans les conditions de base, et la masse.

➤ Le logiciel de calculateur FH6200 utilise pour le calcul de la masse volumique et de coefficients de conversion de volume les normes suivantes :

API 2540 table 54A pour le pétrole brut.

API 2540 table 54B pour les hydrocarbures raffinés.

API table 54C pour les gaz de pétrole liquéfié.

La table normalisée à appliquer pour les calculs est automatiquement sélectionnée en fonction du produit qui est paramétré dans le calculateur FH6200, toute fois l'opérateur a la possibilité de modifier ce choix manuellement

b-3) Correction et calcul effectué par FH6200 :**b-3-1) Correction de poids d'impulsion (K facteur) de débitmètre à turbine TZN :**

Afin de pouvoir utiliser au maximum de leur précision, le calculateur FH6200 comprend plusieurs fonctionnalités logicielles permettant de recalculer en dynamique le « poids d'impulsion » ou « K facteur corrigé » d'un mesureur.

Le calculateur FH6200 permet d'effectuer le calcul de « K facteur corrigé » suivant 3 méthodes distinctes :

-Interpolation linéaire à partir d'une courbe d'étalonnage « K facteur »/fréquence ou « M facteur »/fréquence ou « %Erreur »/fréquence.

-Interpolation linéaire à partir de 1 à 4 courbes d'étalonnage en fonction de la viscosité cinématique et exprimées « K facteur »/fréquence.

-calcul avec polynôme F/v spécifique FAURE HERMAN

- En plus du calcul en dynamique du « K facteur corrigé » du mesureur, le calculateur FH6200 peut ensuite appliquer à ce coefficient calculé un algorithme de correction en pression et en température pour le mesureur concerné. Cette caractéristique s'applique principalement pour les turbines de la société FAURE HERMAN :

-correction du mesureur en fonction de la température :

$$K_{f\theta} = K_f [1 + \alpha (T_{lig} - T_{ref})] \dots\dots\dots II.6$$

$K_{f\theta}$: K facteur du mesureur corrigé en température

K_f : K facteur linéaire du mesureur

α : coefficient de correction en température déterminé à l'étalonnage en usine

-Correction du mesureur en fonction de la pression :

$$K_{f\beta} = K_{f\theta} [1 + \beta (P_{lig} - P_e)] \dots\dots\dots II.7$$

$K_{f\beta}$: K facteur du mesureur corrigé en température et en pression

β : coefficient de correction en pression déterminé à l'étalonnage en usine

b-3-2) Calculs des débits instantanés :

La mesure de la fréquence du signal électrique généré permet calculer le débit du liquide circulant dans la canalisation au moyen de l'expression

$$Q = \frac{f}{K} \times 3600 \dots\dots\dots II.8$$

Avec Q débit instantané (m³/h)
 f fréquence de signaux (Hz)
 1/K poids d'impulsion (imp/m³)

b-3-3) Calcul du volume dans les conditions de mesure (V(T&P)):

Le dispositif calculateur FH6200 effectue l'acquisition et le contrôle d'impulsion prouvant du mesureur. Après adaptation, contrôle et sommation de l'impulsion, le volume dans les conditions de mesure est calculé par multiplication du nombre d'impulsions par le poids de l'impulsion du mesureur.

$$V(T\&P) = \frac{N}{K} \dots\dots\dots II.9$$

V(T&P) volume (m³)
 N nombre d'impulsion totalisée

b-3-4) Calcul du volume dans les conditions de base (Vbase):

Le volume aux conditions de base est calculé par multiplication de volume calculé dans les conditions de mesure sur les coefficients de conversion CTL et CTP tel que

$$V_{base} = CTP * CTL * V(T\&P) \quad (m^3) \dots\dots\dots II.10$$

b-3-5) Conversion du volume en masse :

La masse est calculée par multiplication du volume aux conditions de mesure par la valeur de la masse volumique mesurée aux conditions de mesure.

$$M = V(T\&P) * \rho(T\&P) \quad (Kg) \dots\dots\dots II.11$$

b-4) Affichage et gestion des grandeurs calculées :

Le dispositif calculateur FH6200 visualise les grandeurs sur un afficheur à cristaux liquides comprenant 4 lignes de 20 caractères.

Les différentes grandeurs qui caractérisent la transaction sont totalisées dans des registres internes (totalisateurs généraux et partiels)

En cas de détection d'un défaut lors d'une transaction, une alarme est générée, et tant que celle-ci n'a pas été effacée, un registre spécial totalisateur en défaut, est automatiquement incrémenté des valeurs de volumes mesurés.

b-5) Mémorisation :

Le dispositif FH6200 permet la mémorisation des données relatives aux transactions effectuées.

Parmi les données mémorisées nous trouvons :

- date et heure du début et fin de transaction.
- numéro d'ordre.
- identification du dispositif calculateur-indicateur électronique.
- les valeurs des totalisateurs de début de livraison.
- les valeurs des totalisateurs fin de livraison.
- les valeurs des totalisations de la livraison.
- les informations aux alarmes.

Ces données sont stockées dans une zone de mémoire RAM statique secourue par pile et font l'objet d'un contrôle lors de leur mémorisation. La relecture de ces données archivées s'effectue sur le dispositif FH6200 au moyen du clavier en face avant. A partir de ce dernier il est alors possible de rechercher puis de visualiser les données d'une transaction préalablement archivée.

En cas de saturation de la zone de stockage, les données sont effacées dans l'ordre chronologique de leur mémorisation. La capacité de mémorisation avant saturation est de 50 événements.

b-6) Système de contrôle et alarmes :

b-6-1) Contrôle de l'alimentation primaire :

Lors d'une coupure de l'alimentation électrique principale les informations concernant le mesurage qui sont présentes au moment de cette interruption sont intégralement sauvegardées dans la mémoire interne du calculateur. En outre un système de contrôle permet d'archiver la date et l'heure de la coupure ainsi que la date et l'heure du rétablissement de l'alimentation.

b-6-2) Contrôle des mesureurs :

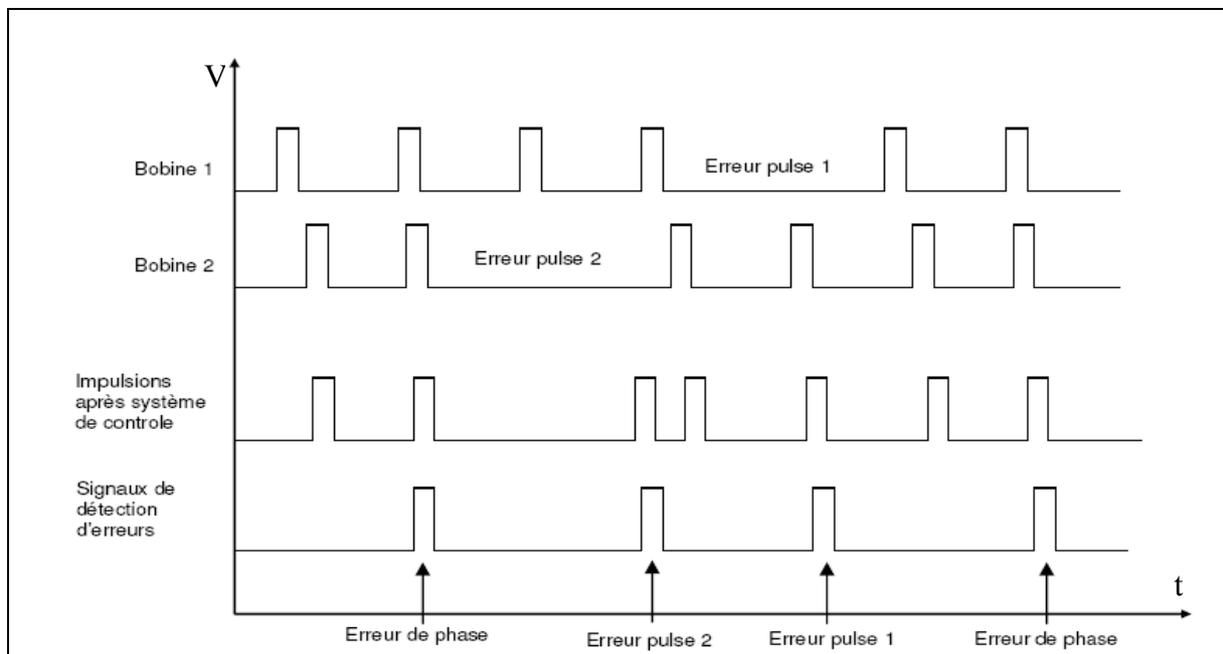
Le dispositif FH6200 effectue le comptage au moyen de signaux constitués de doubles trains d'impulsions.

Les impulsions sont déphasées de 90^0 , à chaque front d'impulsion, une routine de surveillance est déclenchée, permettant le control de la validation du front de l'impulsion.

En cas d'erreur, un compteur d'erreur de front est incrémenté

Si la séquence des fronts est exacte, un compteur de front est incrémenté. La valeur de ce compteur de front est transmise périodiquement au programme maître du calculateur.

La surveillance de l'alimentation de l'émetteur d'impulsion garantit l'identification des émetteurs d'impulsion par le capteur d'impulsion correspondant.



Figure(II.3) : comptage d'impulsions et détection d'erreurs sur les signaux d'impulsions

Ce système effectue un contrôle permanent sur les impulsions reçues des capteurs et permet de mettre en évidence les anomalies suivantes :

- une interruption temporaire ou permanente de l'un des deux trains d'impulsions
- un court-circuit ou un déphasage nul entre les deux trains d'impulsions.

L'écart entre les deux voies d'impulsions est comparé à un seuil d'écart d'impulsion qui est déterminé à partir de la classe d'exactitude, de la valeur de la quantité minimale de livraison et du poids de l'impulsion du mesureur.

Tout défaut significatif détecté par ce système de contrôle déclenche une alarme qui est mémorisée dans l'historique des alarmes.

b-6-3) Contrôle du fonctionnement du système :

Le déroulement des séquences d'instructions qui constituent s'effectue sous la surveillance d'un dispositif appelé « chien de garde ». Ce dispositif de contrôle permet, en cas de défaillance de discontinuité ou de blocage pendant l'exécution d'une suite d'instruction logicielles, de générer une alarme système identifiée d'un moyen d'un voyant spécifique situé sur la face avant du dispositif.

b-6-4) Contrôle du bon fonctionnement du dispositif et la mémorisation des données :

L'ensemble des données correspondant à la configuration du système ainsi que les données issues de calculs spécifiques sont mémorisées dans une zone de mémoire secourue par pile.

Une vérification permanente de l'intégrité de ces données est effectuée au moyen d'une somme de contrôle (checksum CRC 16).

Les données correspondant aux totalisateurs de volume et de masse sont mémorisées dans une zone de mémoire sécurisés. Un dispositif logiciel de mémorisation permet la récupération des données en cas d'altération d'une ou plusieurs cellules de cette mémoire.

Une vérification à la mise sous tension et en début et fin de chaque transaction est effectuée sur la zone de mémoire du programme contenant les instructions des modules logiciels étant soumis à un contrôle de métrologie légale, et ce au moyen d'une somme de contrôle (checksum CRC16).

- Les modules logiciels faisant l'objet de ce contrôle sont les suivants :
- acquisition des impulsions, calcul de fréquence et des débits de chaque mesureur.
- acquisition et mémorisation de la température, pression et masse volumique.
- calcul et mémorisation des coefficients de conversions de volume.
- calcul et mémorisation des totalisateurs généraux et partiels.

b-6-5) Contrôle de la validité des calculs :

Les données obtenues des calculs étant soumises à un contrôle de métrologie légale et intervenant dans l'élaboration des résultats du mesurage, sont mémorisées dans une zone de mémoire RAM secourue par pile. Un système de relecture de ces données après mémorisation dans la base de données permet de s'assurer de l'intégrité de ces données.

b-6-6) Alarmes :

Les alarmes sont indiquées à l'utilisateur à des dispositifs suivants :

- trois diodes électroluminescentes en face avant, en fonction du type de l'alarme système, entrées/sorties ou dépassement de seuils.
- libellé complet de l'alarme en clair dans l'historique d'alarmes.

Les trois indicateurs lumineux situés en face avant du calculateur permettent immédiatement de vérifier l'état des alarmes du calculateur. Chacun de ces indicateurs peut prendre l'un des trois états suivants :

- « éteint », aucune alarme n'est présente.
- « clignotant », une alarme non acquittée au moins est présente dans la liste des alarmes.
- « allume fixe », une ou plusieurs alarmes acquittées sont présentes dans la liste des alarmes.

L'historique des alarmes peut contenir au maximum 15 alarmes de tous types. Lorsque ce nombre est atteint les alarmes sont mémorisées suivant deux modes, soit le calculateur stoppe automatiquement la mémorisation des alarmes, soit le calculateur ne conserve dans l'historique que les 15 alarmes les plus récentes.

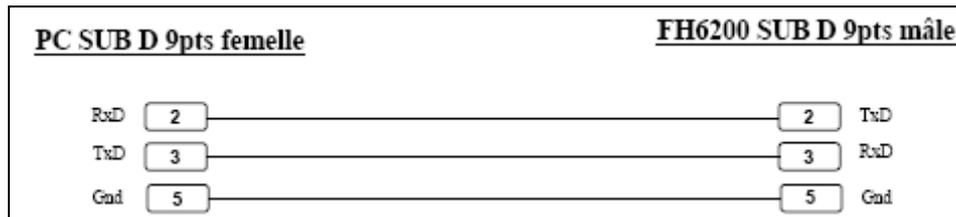
b-7) LOGICIEL DE CONFIGURATION DU FH6200 "FCCONFIG" :

La configuration et le paramétrage du calculateur de comptage FH6200 concernent un grand nombre de valeurs. L'utilisateur a à sa disposition un logiciel qui permet de sauvegarder la configuration complète ou partielle d'un calculateur, ou de recharger un calculateur avec une configuration complète ou partielle mémorisée sur un fichier informatique.

Ce logiciel de configuration FC Config, s'utilise sur un ordinateur de type PC compatible disposant d'au moins une liaison série et fonctionnant sous le système d'exploitation WINDOWS 95, WINDOWS 2000, ou NT.

b-7-1) Connexion avec le PC et le calculateur FH6200 :

Avant d'utiliser le logiciel de configuration il est nécessaire de connecter ensemble l'ordinateur PC et le calculateur FH6200. Cette connexion s'effectue au moyen d'un câble "NULL MODEM" standard, équipé de 2 connecteurs de type SUB-D 9 points mâle & femelle.



Figure(II.4) : raccordement de FH6200 avec un PC

La liaison s'effectue entre un port COM de l'ordinateur PC et le port série du calculateur FH6200 ayant comme fonction déclarée "MODBUS SLAVE" (par défaut COM1).

b-7-2) Caractéristiques de la transmission :

Vitesse de transmission 19200 bauds.

8 bits.

1 bit de stop.

Pas de parité.

b-7-3) Première utilisation du logiciel FC Config :

Le démarrage du logiciel "FC Config" ne doit s'effectuer, en règle générale, que lorsque la connexion entre l'ordinateur PC et le calculateur FH6200 est réalisée et que ce dernier est sous tension.

Lorsque le logiciel démarre une fenêtre indique l'état du test de communication entre les deux dispositifs.

Lorsque la communication est établie, l'utilisateur doit charger dans la mémoire du PC l'architecture logique de la DATABASE correspondante à la version de logiciel du calculateur FH6200, ces fichiers systèmes sont repérés de la manière suivante:

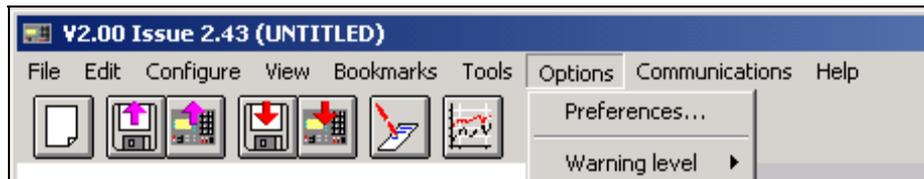
XXXX_XXX.man, ce type de fichier contient les adresses DATABASE de tous les paramètres de la configuration de la version du logiciel.

XXXX_XXX.mnu, ce type de fichier contient l'arborescence des menus de la version du logiciel.

XXXXXXXXX.cfg, ce type de fichier contient les valeurs des paramètres de la configuration effectuée par l'utilisateur.

b-7-4) Configuration du répertoire de l'application :

A l'aide du menu "Options" et "Préférences", l'utilisateur doit indiquer au logiciel quel est le répertoire de travail où se trouve l'ensemble des fichiers systèmes nécessaires.



Figure(II.5) : fenetre de configuration du répertoire

Sélectionner l'onglet « Files & directories »

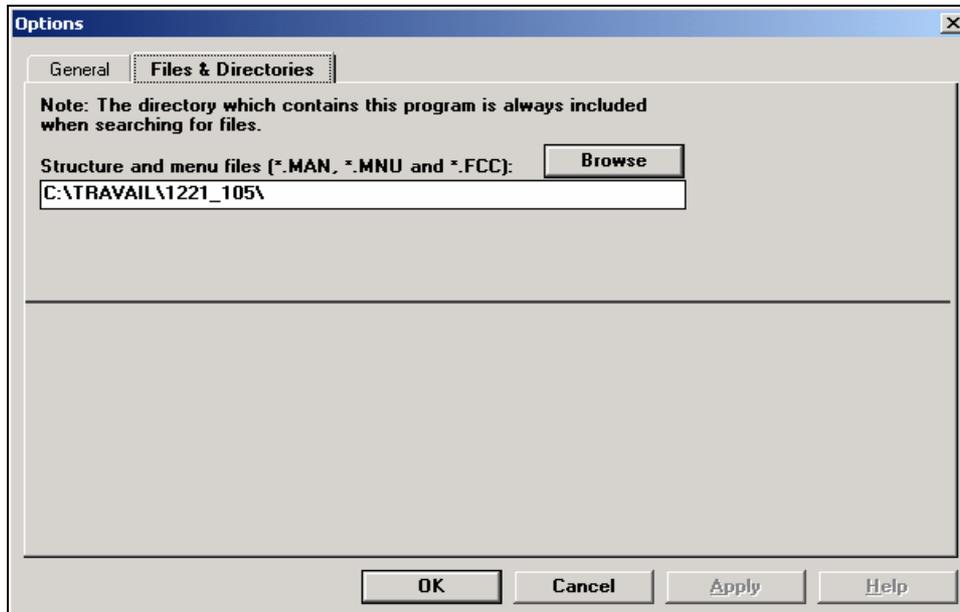
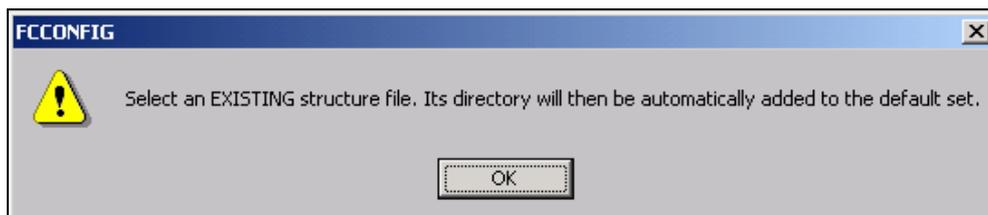


Figure (II.6) : chemin d'accès au fichier utilisé par FC Config

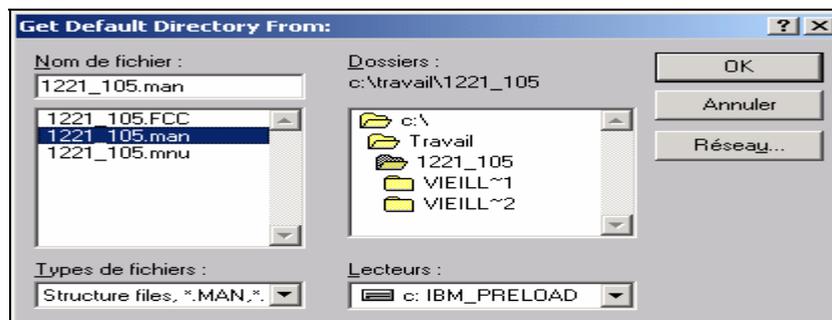
Dans le cadre blanc (1), effacer le chemin du type « C:\... »

Cliquer sur « Browse » pour donner au logiciel l'emplacement des fichiers à utiliser.

Acquitter « OK » au message d'avertissement.



Définir le chemin d'accès des fichiers de la bonne révision du bon programme («1221_105 »).



Le répertoire doit être exclusivement celui de l'application (avec les bons fichiers .abs, .man, .mnu et .FCC ou .CFG).

Sélectionner le fichier (« 1221_105.man » ou indifféremment « 1225_105.mnu »)

Valider et fermer la fenêtre par « OK ».

Vérifier que le chemin est correct dans le cadre blanc (1) de la fenêtre de départ.

Valider et fermer la fenêtre par « OK ».

b-7-5) Présentation des icônes de FC Config :



Cette icône permet d'initialiser une nouvelle phase de configuration en fonction du logiciel du calculateur FH6200. Le logiciel affiche une fenêtre de dialogue permettant à l'utilisateur de choisir la version des fichiers systèmes à charger dans la mémoire du PC.

Vérifier que le programme proposé est bien le bon, par exemple « V1221 Iss 1.05 »...



Ce bouton permet d'accéder à la fonction de mise à jour de la mémoire du PC avec les paramètres courants du calculateur FH6200 ("UPLOADING"). Une fenêtre de dialogue permet à l'utilisateur de sélectionner les groupes de paramètres à mettre à jour.



Le bouton déclenche l'ouverture de l'éditeur des données de paramétrage s'il n'est pas déjà ouvert. L'affichage des paramètres rapatriés à la fin d'un transfert est possible en se déplaçant dans l'arborescence des menus systèmes reproduits par FcConfig.

Grâce à l'éditeur, il est possible d'atteindre l'ensemble des paramètres de l'arborescence en "cliquant" sur chacune des branches des menus ou sous-menus.



Cette icône permet à l'utilisateur de sauvegarder les paramètres de la configuration qui sont stockés dans la mémoire interne du PC. Une fenêtre de dialogue, au standard WINDOWS, permet à l'utilisateur de choisir le répertoire ainsi que le nom du fichier (*.cfg) pour la sauvegarde des paramètres de la configuration.

Suivre les indications et donner un nom (8 caractères maxi), « nnnnnnnn.CFG » en choisissant le disque (disquette ou disque dur), et en indiquant le chemin du dossier où l'on veut le placer sur ce disque.



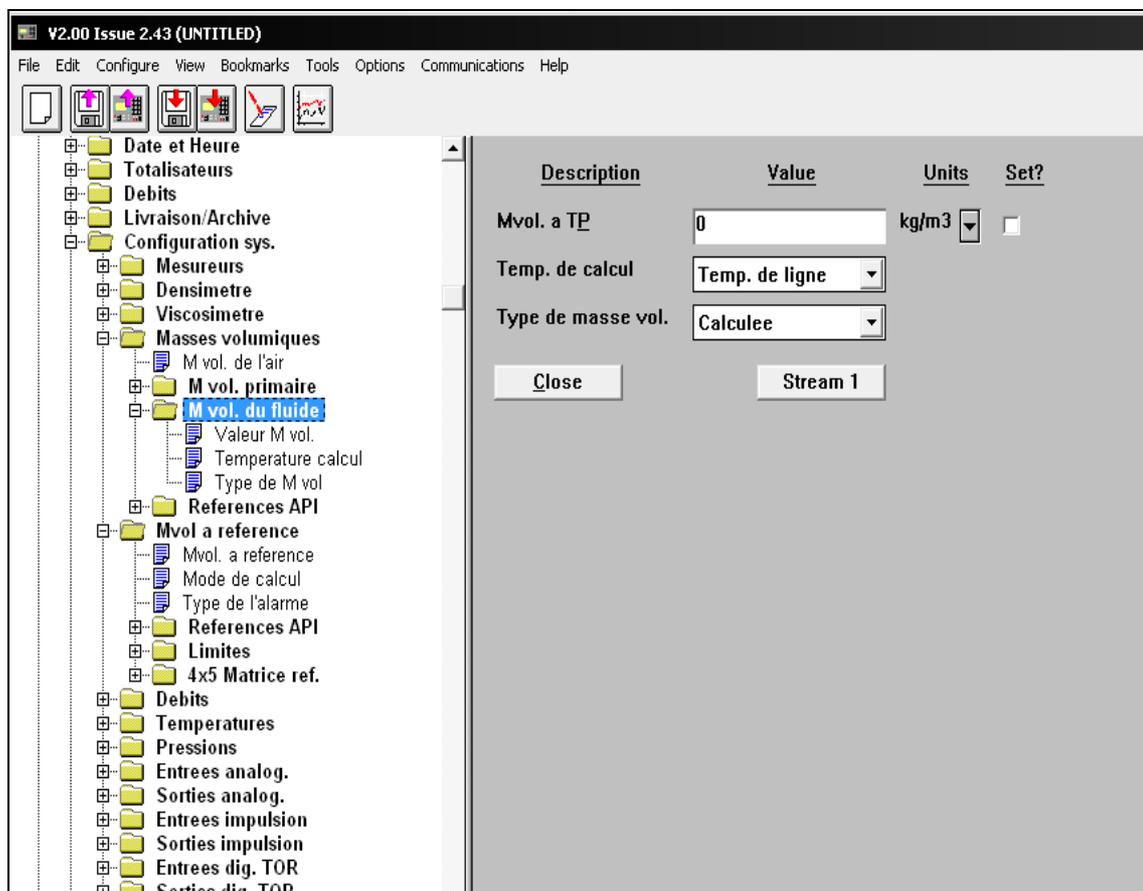
Cette icône permet à l'utilisateur de charger dans la mémoire du PC les valeurs des paramètres d'une configuration stockées sur un disque. Une fenêtre de dialogue permet à l'utilisateur de sélectionner les groupes de paramètres à mettre à jour.



Cette icône permet d'accéder à la fonction de mise à jour de la configuration du calculateur FH6200 ("DOWNLOADING"). Une fenêtre de dialogue permet à l'utilisateur de sélectionner les groupes de paramètres à mettre à jour.

b-7-6) Exemple d'une page de configuration de FC Config :

Configuration de calcul de la masse volumique aux conditions de mesurage



II-6) Conclusion :

Le mesurage des quantités de gaz ou différents liquides est une activité importante de l'industrie tant dans le domaine contractuel ou commercial que dans le domaine technique où il permet de donner les informations indispensables pour la conception des réseaux.

Ce chapitre a pour but essentiel, de connaître les notions théoriques sur le comptage transactionnel d'un débit liquide et présente un appareil électronique de comptage FH 6200 ainsi que son logiciel de travail « V1221 Iss 1.05 » et le logiciel de configuration FH 6200 «FC config».

III-1) Introduction

Le but de toute automatisation est de trouver une solution aux problèmes posés ; à l'époque les concepteurs ont utilisé la logique câblée.

Le développement de la microélectronique à donner naissance aux calculateurs, microprocesseurs....etc. qui ont ouvert le chemin à la logique programmé comme une bonne solution de commande pour les procédés simples ou complexes.

A la fin des années soixante à la demande de l'industrie automobile américaine. Les APIs naissaient et apportent à l'industrie des bonnes solutions de commande, en quelque années les APIs ont défié toute concurrence par leur robustesse aux vibrations mécanique, à l'électromagnétique, la poussière, la chaleur....etc. ainsi que leurs facilite de programmation et de mise en œuvre.

III-2) Définition des APIs

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique capable d'assurer la commande d'un processus industriel.

Son rôle dans un système automatisé de production est de gérer et d'assurer la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une mémoire programmable dans la quelle l'opérateur écrit, dans un langage d'application propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. Donc, son rôle consiste à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis.

III-3) Architecture des APIs

III-3-1) Architecture externe d'un API :

Il existe généralement deux types d'architecture externe d'API, les architectures modulaires et les non modulaires :

- **les APIs non modulaires** : la CPU, les modules d'entrées/sorties, alimentation ... etc., sont intégré dans un seul boîtier.
- **les APIs modulaires** : ce type d'automate se présente sous forme de modules indépendants montés sur le même rack et reliés entre eux par un bus. Ces APIs sont constitué d'une alimentation, d'une CPU et des modules d'entrées/sorties, à ceux-ci peuvent s'ajouter des processus de communication et des modules de fonction qui se chargeront des fonctions spéciales, telles que la commande d'un moteur pas à pas, par exemple.

III-3-2) Architecture interne d'un API

Cette structure comporte les parties principales suivantes :

- 1- l'unité centrale
- 2- les modules d'entrées/sorties
- 3- le module d'alimentation
- 4- les modules de communications
- 5- les coupleurs

Ces parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble des fils autorisant le passage des informations entre ces secteurs de l'automate). Alors, on peut représenter ces parties dans le schéma synoptique suivant :

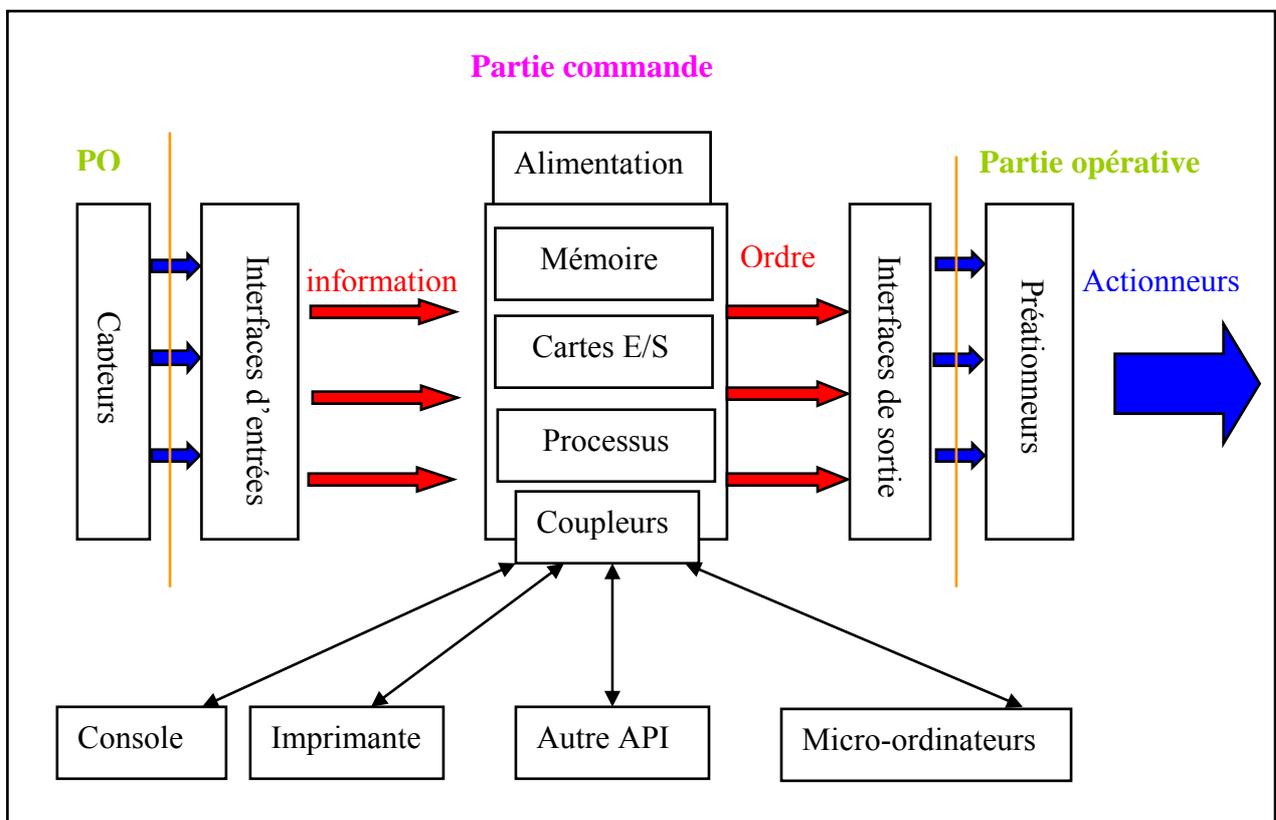


Figure (III-1) : Architecture d'un automate programmable industriel

III-4) Description des éléments d'un API

III-4-1) Unité centrale :

Elle constitue le cerveau de l'automate qui est répartie en deux parties :

1-a) La mémoire :

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système.

La capacité mémoire se donne en mots de 8 bits (binary digit) ou octet.

1-b) Processeur :

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations, entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées / sorties et d'autre part à gérer les instructions du programme.

Le processeur possède des voies de communication avec l'extérieur :

- dialogue avec l'outil de programmation.
- raccordement sur un réseau de communication inter automates.

1-c- Les bus :

On distingue deux types :

- Le bus d'entrée/sortie appelé aussi bus fond de panier, relie les modules d'entrées/sorties à l'unité centrale.
- Le bus système : est interne à l'unité centrale, il permet au processeur d'accéder aux différentes ressources.

III-4-2) Modules d'entrées/sorties :

Les modules d'entrées/sorties sont équipés de connecteur de raccordement permettent un montage rapide.

III-4-2-1) Les modules d'entrées :

Les modules d'entrées comporte des adresses d'entrées, chaque capteur est relié à une de ces adresses, les modules d'entrées sont réparties en deux modes qui sont :

a) Les modules d'entrées TOR :

Ils permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que :

- Boutons poussoirs ;
- Fins de course ;
- Capteurs de proximité inductifs ou capacitifs ;
- Capteurs photoélectriques.

b) Les modules d'entrées analogiques :

Ils permettent de gérer des grandeurs analogiques et en les transformant en des valeurs numériques.

III-4-2-2) Les modules de sorties :

Les modules de sorties sont équipés de connecteurs de raccordement pour faciliter leur montage. Ils peuvent accepter des informations en courant ou en tension alternatives ou continues.

On trouve la même répartition pour les modules de sorties c'est-à-dire qu'ils sont divisés en deux parties selon la nature du signal.

a) Les modules de sorties TOR :

Ils permettent de raccorder à l'automate les différents actionneurs comme :

- Vannes, électrovannes
- Contacteurs

b) Les modules de sorties analogiques :

Ces modules permettent de gérer des grandeurs analogiques en faisant les transformer en des valeurs numériques.

III-4-3) Le module d'alimentation :

Tous les automates actuels utilisent la tension 24volts.

- Une alimentation 240 VCA fournit un courant 24VCC aux capteurs.
- Les entrées sont également en 24VCC.
- Une mise à la terre doit être prévue.

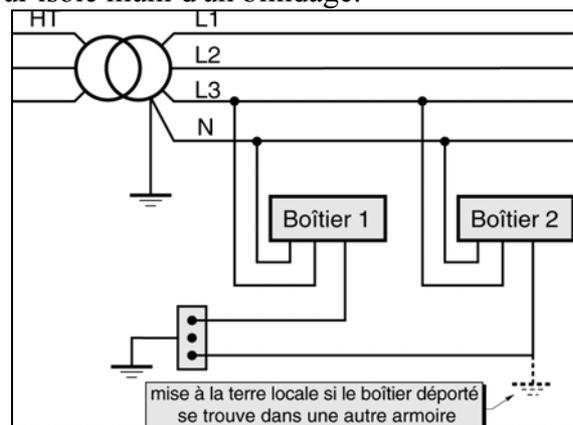
III-4-4) Différents types d'alimentations :

La principale différence entre celles-ci se situe au niveau du raccordement du neutre et des masses métalliques à la terre :

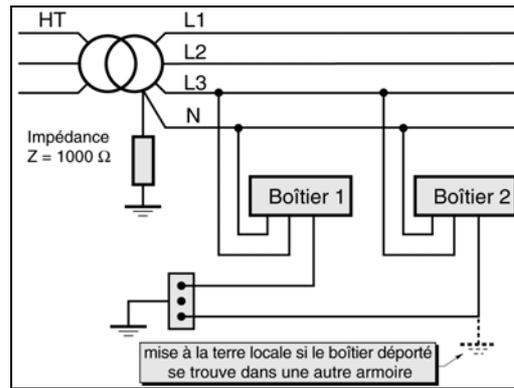
- régime de neutre T-T : Le neutre est raccordé à la terre. Toutes les masses métalliques sont mises à la terre (voir Figure III.3).

- régime de neutre I-T : Le neutre est isolé par rapport à la terre et les masses métalliques sont mises à la terre (voir Figure III.4).

Dans un environnement perturbé, chaque coffret (même en version 24 V d.c.) doit être équipé d'un transformateur isolé muni d'un blindage.



Figure(III.3): Alimentation - Régime de neutre T-T



Figure(III.4): Alimentation - Régime de neutre I-T

III-4-5) Les modules de communications :

III-4-5-1) Les consoles :

Ce composant est un module de communication, ils existent deux types de console. L'une permet le paramétrage et les relevés d'information, l'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation, L'écriture.

III-4-5-2) Les boîtiers de tests

Destinés aux personnels d'entretien, ils permettent de visualiser le programme ou les valeurs des paramètres.

III-4-5-4) Les unités de dialogue en ligne

Elles sont destinée aux personnels spécialistes du procédé, et leur permet d'agir sur certains paramètres :

- Modification des constantes, compteurs et temporisations.
- Exécution de partie de programme.

III-4-6) Les coupleurs :

Ce sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les entrées/sorties et l'unité centrale.

III-4) L'Automate Programmable ABB 07KR51 (AC 31 Série 50) :

III-4-1) Présentation :

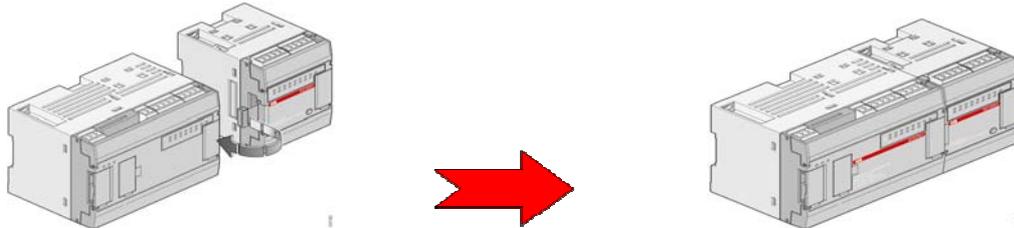
La figure ci-dessous représente l'Unité centrale MAITRE (le module principal de l'automate ABB)



↪ Unité centrale série 50 : maitre.

-Un système d'automatisme AC 31(ABB) comprend toujours une unité centrale, avec interface d'extensions entrées/sorties et interface de bus Cs 31. Il existe trois types d'unités centrales qu'on notera (Uc); série 40, série90 et série 50 qui fera l'objet de notre étude.

-Pour cette unité centrale il est possible d'étendre le nombre d'entrées/sorties en rajoutant jusqu'à 6 boîtiers d'extension locale quelques soit leurs types, binaires ou analogiques.



Figure(III.4) : Unité centrale avec un seul module d'extension.

↪ **Utilisation : esclaves sur le bus CS31**

↪ **6 sorties binaires :**

↪ **8 entrées binaires opto-couplées PNP ou NPN**

➤ **relais 250 V. 2 A.**

➤ **transistors 24 V. dc - 2 x 1A. + 4 x 0,5 A.**

↪ **Extensions :**

➤ **1 à 6 extensions binaires**

➤ **1 ou 2 extensions analogiques + 1 à 4 binaires**

(8 entrées et 8 sorties maximum)



Figure (III-5) : Unité centrale série 50 avec 6 modules extension.

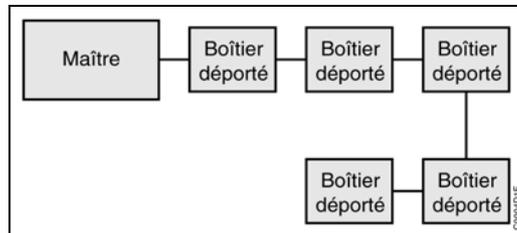
L'unité centrale qui contrôle le système est appelée « unité centrale MAITRE », et peut gérer jusqu'à 31 points de connexion nommés ESCLAVES tels que :

- Un esclave équipé seulement de voies binaires occupe 1 point de connexion.

- Un esclave équipé de voies binaires et analogiques occupe 2 points de connexion.

III-4-2) Câblage du bus CS31 :

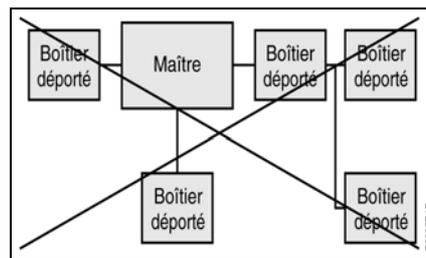
Le bus CS 31 est une liaison série RS 485. Ce bus est un bus maître/esclave et n'accepte qu'un seul maître. On note qu'un même type de câble doit être utilisé pour l'ensemble du montage du bus du système.



Figure(III.6) : Câblage correct du bus

La longueur du bus est de 500 m maximum sans amplificateurs et de 2000 m maximum avec 3 amplificateurs.

Attention : Il est interdit de brancher le bus en ETOILE ! (voir figure)



Figure(III.7) : Câblage du bus interdit en étoile

Les unités centrales et les boîtiers déportés peuvent être raccordés à un endroit quelconque du bus :

- bus 1 sur bus 1
- bus 2 sur bus 2
- blindage (tresse de préférence) sur borne 3 du bornier 1 et connexion à la terre au niveau du maître (câble < 1 m).

Le bus doit se terminer par une résistance de 120Ω 1/4 W qui doit être branchée aux extrémités du bus.

Le bus CS 31 est opto-isolé, il est donc possible de mettre sur le bus des éléments ayant des tensions d'alimentation différentes.

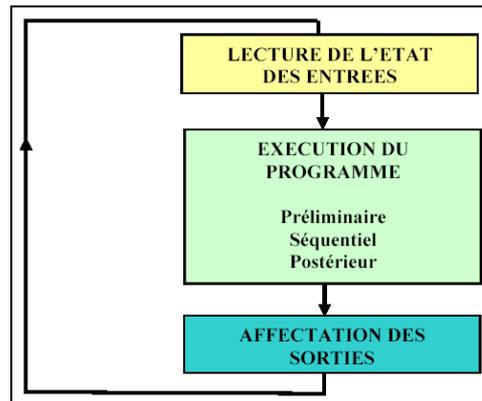


Figure (III.10) : Fonctionnement d'un API.

III-4-5) démarrage du programme :

A chaque démarrage, l'unité centrale exécute une série complète d'autotests. Le programme ne peut être lancé que si aucun défaut n'a été détecté.

Les autotests assurent la vérification de :

- La syntaxe programme.
- La transmission des données.
- L'état des extensions.
- Les conditions de démarrage (remises à zéro ou non des mémoires internes).

En cas de chute de tension ou de coupure de tension, l'unité centrale série 50 dispose d'un Temps pour sauvegarder les informations nécessaires au prochain démarrage.

La sauvegarde des données internes au programme, n'est possible que sur les unités centrales série 50 qui possède un accumulateur. Il est nécessaire de configurer préalablement l'unité centrale pour la sauvegarde des données. En cas d'absence de configuration, toutes les fonctions et données internes sont remises à 0.

Les calculs intermédiaires des fonctions utilisées dans le programme utilisateur, nécessaires pour les cycles suivants, sont placés dans des variables appelées variables historiques.

III-4-6) Domaines d'applications :

De nombreux utilisateurs sur tous les continents ont déjà réalisé de multiples applications telles que :

- *Commande de machines :*
 - Fabrication de lattes de parquet.
 - Assemblage de contacteurs électriques.
 - Fabrication de produits céramiques.
 - Soudage de tubes métalliques, etc.
- *Contrôle-commande d'installations :*
 - Grues portuaires.
 - Traitement des eaux.
 - Remontées mécaniques.
 - Eoliennes, etc.
- *Gestion de systèmes :*
 - Gestion climatique.
 - Energie d'un bâtiment.
 - Ventilation de tunnel.
 - Alarme en milieu hospitalier.
 - Eclairage / humidité de serre, etc.

III-4-7) Description de l'automate 07KR51 :

L'automate programmable ABB 07KR51 possède une unité centrale série 50 qui intègre un nombre spécifique d'entrées/sorties (8 entrées/6 Sorties discrètes), une alimentation (230 V AC) comme il est possible d'étendre le nombre d'entrées / sorties de l'unité centrale de base en rajoutant jusqu'à 6 boîtiers d'extension locale quelque soit leur type binaire ou analogique. Voir la figure ci-dessous :

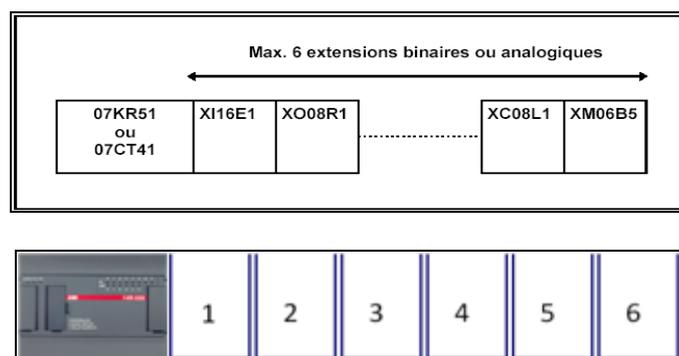


Figure (III.11) : Les six modules d'extension sur une UC Série 40 et 50.

Dans notre cas on possède deux extensions analogiques sont :

- *XM06B5* : ce module possède 4 entrées analogiques et 2 sorties analogiques.
- *XE08B5* : ce module possède seulement 8 entrées analogiques.

L'espace mémoire du 07KR51 est décomposé en deux espaces distincts :

- * Une mémoire SRAM où est chargé le programme utilisateur et les données.
- * Une mémoire Flash EPROM qui contient :
 - La sauvegarde du programme utilisateur avec les constants programmes.
 - Les données de configuration.
 - Le programme système protégé contre les accès à partir du programme utilisateur.

Un accumulateur intégré disponible dans les unités centrales série 40 et 50 permet également de sauvegarder des variables internes.

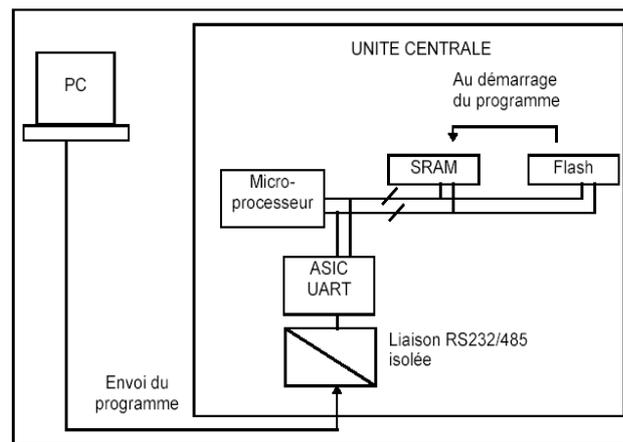


Figure (III.12) : Schéma fonctionnel de l'unité centrale.

III-3- 8) Les modes de communication et d'adressage de l'automate et de ses modules :

8-1) Les modes de communication :

Les unités centrales série 40 et 50 possèdent 3 modes de communications sont :

- Mode programmation pour programmer et tester l'unité centrale.
- Mode ASCII pour communiquer entre l'unité centrale et un autre équipement en ASCII.
- Mode MODBUS pour communiquer entre l'unité centrale et un autre équipement en MODBUS.

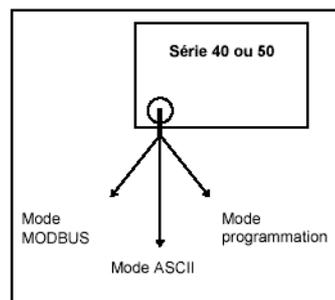
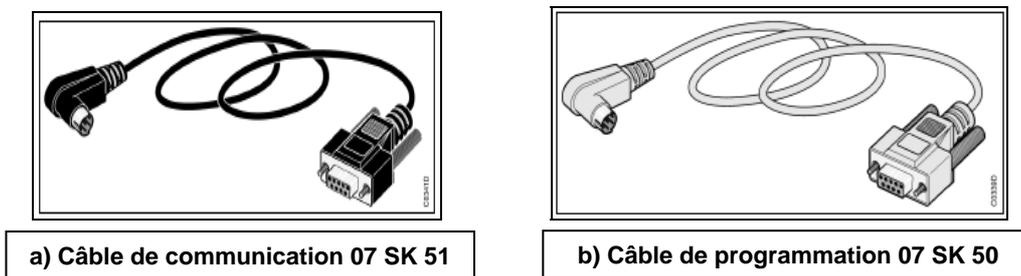


Figure (III.13) : Protocoles de communication avec les séries 40 et 50.

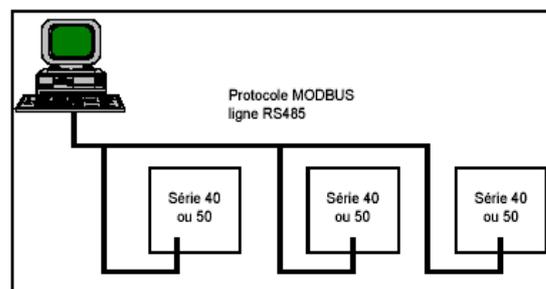
Pour utiliser l'un des modes de communication, il faut :

- Configurer l'interface série en sélectionnant l'un des paramètres proposés dans la fenêtre de configuration
- Connaître la position du bouton RUN/STOP
- Utiliser le bon câble : (voir figure ci-dessous).

- Pour la programmation : 07 SK 50 ou 07 SK 52
- Pour ASCII / MODBUS : 07 SK 51 ou 07 SK 53

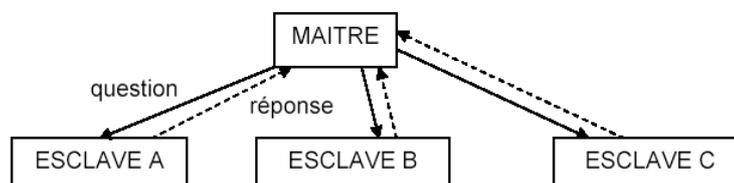
**Figure (III.14) : Câbles de communication et de programmation.**

Dans notre projet le mode de communication utilisé est le MODBUS connu dans la série 40 et 50 sous le nom **Modicon MODBUS RTU**, ce protocole utilise la liaison RS 485 qui est une liaison série multi-points permettant un débit élevé (jusqu'à 10 Mégabits/seconde) sur une distance importante (jusqu'à 1200m). (Voir la figure III-8)

**Figure (III.15) : Liaison réseau avec un PC.**

➤ Le protocole MODBUS :

Le protocole MODBUS consiste en la définition de trames d'échange.

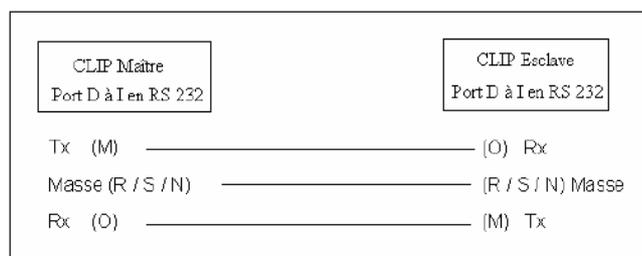


Le maître envoie une **demande** et attend une **réponse**.

Deux esclaves ne peuvent dialoguer ensemble.

Le dialogue maître-esclave peut être schématisé sous une forme successive de liaisons point à point.

➤ **Principe des échanges MODBUS :**



➤ **Adressage :**

Les abonnés du bus sont identifiés par des adresses attribuées par l'utilisateur.

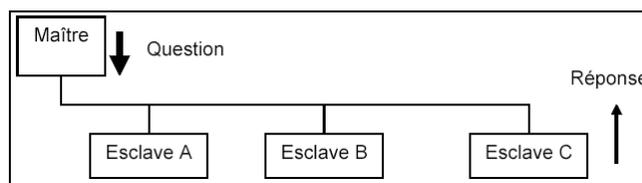
L'adresse de chaque abonné est indépendante de son emplacement physique.

Les adresses vont de 1 à 64 et ne doivent pas obligatoirement être attribuées de manière séquentielle.

Deux abonnés ne peuvent avoir la même adresse.

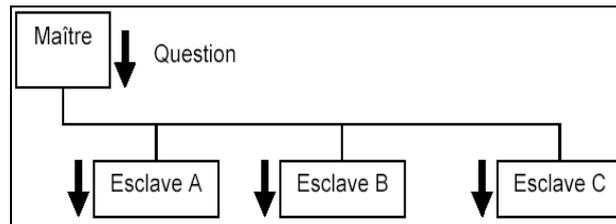
➤ **Echange maître vers 1 esclave :**

Le maître interroge un esclave de numéro unique sur le réseau et attend de la part de cet esclave une réponse.



➤ **Echange Maître vers tous les esclaves :**

Le maître diffuse un message à tous les esclaves présents sur le réseau, ceux-ci exécutent l'ordre du message sans émettre une réponse.



➤ **Trame d'échange question/réponse :**

- **La question :**

Elle contient un code fonction indiquant à l'esclave adressé quel type d'action est demandé. Les données contiennent des informations complémentaires dont l'esclave a besoin pour exécuter cette fonction.

Le champ octets de contrôle permet à l'esclave de s'assurer de l'intégralité du contenu de la question.

N° d'esclave	Code fonction	Information spécifique concernant la demande	Mot de contrôle
1 octet	1 octet	n octets	2 octets

- **La réponse :**

N° d'esclave	Code fonction	Données reçues	Mot de contrôle
1 octet	1 octet	n octets	2 octets

Si une erreur apparaît, le code fonction est modifié pour indiquer que la réponse est une réponse d'erreur.

Les données contiennent alors un code (code d'exception) permettant de connaître le type d'erreur.

Le champ de contrôle permet au maître de confirmer que le message est valide.

N° d'esclave	Code fonction	Code d'exception	Mot de contrôle
1 octet	1 octet	1 octet	2 octets

➤ **Format général d'une trame :**

Deux types de codage peuvent être utilisés pour communiquer sur un réseau Modbus. Tous les équipements présents sur le réseau doivent être configurés selon le même type.

- **Type ASCII :** chaque octet composant une trame est codé avec 2 caractères ASCII (2 fois 8 bits).

START	Adresse	Fonction	Données	LRC	END
1 caractère	2 caractères	2 caractères	n caractères	2 caractères	2 caractères « CR LF »

LRC : C'est la somme en hexadécimal modulo 256 du contenu de la trame hors délimiteurs, complétée à 2 et transmise en ASCII.

- **Type RTU** (Unité terminale distante) : chaque octet composant une trame est codé sur 2 caractères hexadécimaux (2 fois 4 bits).

START	Adresse	Fonction	Données	CRC	END
Silence	1 octet	1 octet	n octets	2 octets	Silence

La taille maximale des données est de 256 octets.

Le mode ASCII permet d'avoir des intervalles de plus d'une seconde entre les différents caractères sans que cela ne génère d'erreurs, alors que le mode RTU permet un débit plus élevé pour une même vitesse de transmission.

L'ensemble des informations contenues dans le message est exprimé en hexadécimal.

Le maître s'adresse à l'esclave dont l'adresse est donnée dans le champ prévu à cet effet. Le code fonction indique à l'esclave le type d'action à réaliser. Exemple : lecture de registre, code de fonction (03) HEX, écriture dans un registre, code de fonction (10) HEX. Le champ de données est codé sur n mots en hexadécimal de 00 à FF, soit sur n octets. Selon le code fonction, le champ de données contient diverses informations complémentaires permettant à l'esclave de décoder le message (voir l'exemple plus bas). Dans le cas du mode RTU, le champ contrôle d'erreur CRC (Contrôle de Redondance Cyclique) contient une valeur codée sur 16 bits.

NB : Le contrôle de parité peut dans certains cas être supprimé car d'autres contrôles d'échanges sont mis en œuvre (cas du contrôle CRC encore appelé contrôle par Checksum)

L'esclave renvoie sa réponse ; il place sa propre adresse dans le champ adresse afin que le maître puisse l'identifier. Il utilise ensuite le champ fonction pour indiquer si la réponse contient une erreur. Pour une réponse normale, l'esclave reprend le même code fonction que celui du message envoyé par le maître, sinon il renvoie un code erreur correspondant au code original avec son MSB à 1.

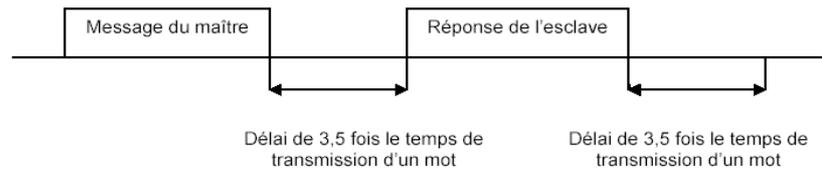
Le champ de données contient diverses informations dépendant du code fonction. Le champ contrôle d'erreur contient une valeur codée sur 16 bits. Cette valeur est le résultat d'un CRC (Cyclical Redundancy Check) calculé à partir d'un message.

➤ Support de transmission

Chaque octet composant un message est transmis en mode RTU de la manière suivante :

Sans contrôle de parité										
Start	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Stop	
Avec contrôle de parité										
Start	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Parité	Stop

Avant et après chaque message, il doit y avoir un silence équivalent à 3,5 fois le temps de transmission d'un mot.



L'ensemble du message doit être transmis de manière continue. Si un silence de plus de 3,5 fois le temps de transmission d'un mot intervient en cours de transmission, le destinataire du message considérera que la prochaine information qu'il recevra sera l'adresse du début d'un nouveau message.

Le protocole MODBUS ne définit que la structure des messages et leur mode d'échange. On peut utiliser n'importe quel support de transmission RS 232, RS 422 ou RS 485, mais la liaison RS 485 est la plus répandue car elle autorise les «multipoints».

➤ **Exemple d'échange entre un maître et un esclave**

Trame émise par le maître : 04 03 00 02 0001 25 CA

- Adresse esclave : 04
- Code fonction 03 = lecture registre
- N° du registre de début de lecture : MSB : 00 et LSB : 02
- Nombre de registre de lecture : MSB : 00 et LSB : 01
- CRC : 25 CA

Réponse de l'esclave avec erreur : 04 83 02 01 31

- Adresse esclave : 04
- Code fonction : lecture avec MSB = 1 : 83
- Code erreur (n° registre) : 02
- CRC : 01 31

Réponse de l'esclave sans erreur : 04 03 02 02 58 B8 DE

- Adresse esclave : 04
- Code fonction : lecture registre : 03
- Nombre d'octets données : 02
- Données du registre 0002 : MSB 02 et LSB : 58
- CRC : B8 DE

Les paramètres de communication sont définis de la façon suivante en fonction des modes :

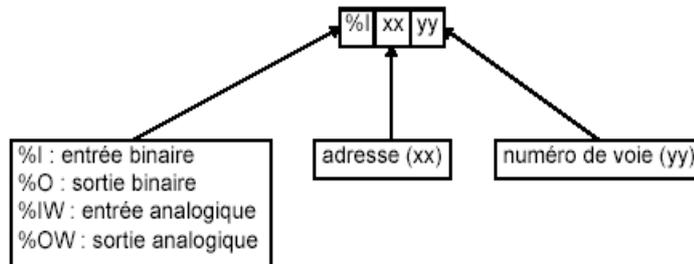
Mode	Paramètres par défaut	Modifications des paramètres
Programmation	9 600 Bauds pas de parité 8 bits de données 1 bit de stop	paramètres non modifiables
ASCII	pas de définition de paramètres par défaut	définition des paramètres en utilisant la fonction SINIT dans le programme utilisateur
MODBUS®	9 600 Bauds pas de parité 8 bits de données 1 bit de stop	modification des paramètres en utilisant la fonction SINIT dans le programme utilisateur

8- 2) L'adressage de l'automate et de ses différents modules :

Les adresses d'entrées / sorties d'un boîtier AC 31 sont définies par :

- leur type (entrée ou sortie, binaire ou analogique).
- l'adresse du boîtier.
- le numéro de voie sur le boîtier.

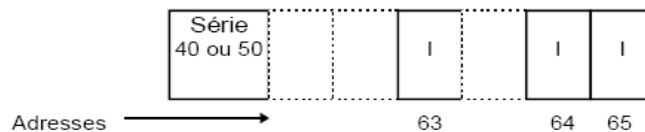
Elles sont reconnues dans le programme de la manière suivante : %I xx.yy



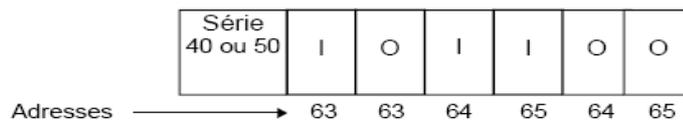
* L'adresse 62 est affectée aux entrées / sorties de l'unité centrale.

* Les adresses des extensions sont affectées automatiquement suivant l'ordre des extensions :

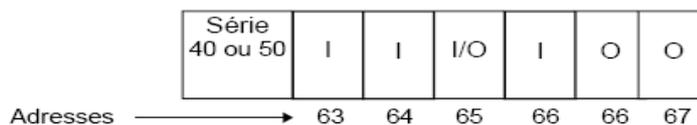
- La première extension d'entrées binaires prend l'adresse 63, la suivante est incrémentée de 1 et ainsi de suite jusqu'à 68.



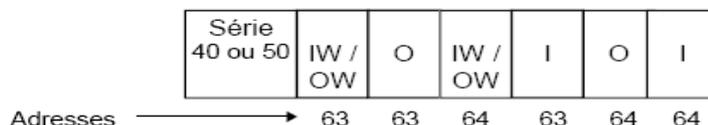
- La première extension de sorties binaires prend également l'adresse 63 et les suivantes s'incrémentent de 1 jusqu'à 68.



- Une extension d'entrées /sorties mixtes ou configurables est considérée au niveau de l'adressage comme une extension d'entrées et comme une extension de sorties. L'adresse de l'extension binaire suivante, qu'elle soit d'entrées ou de sorties, est incrémentée de 1.



- L'adresse de la première extension analogique démarre également à 63 et les suivantes sont incrémentées de 1 jusqu'à 68.



En résumé :

Unité centrale maître Séries 40 et 50	adresses	configuration de l'adresse
- Entrées / Sorties intégrées	62	de base
- Extension binaire	63 à 68	automatiquement
- Extension analogique	63 à 68	automatiquement

- Adressage des voies analogiques:

	Sur unité centrale
Adresse	$63 \leq X \leq 68$
XM 06 B5	Maxi 6 extensions
- Entrées	IW X.00 à IW X.03
- Sorties	OW X.00 et OW X.01
- Valeurs internes	OW X.02 et OW X.03
XE 08 B5	Maxi 6 extensions
- Entrées	IW X.00 à IW X.07

Toutes les variables des unités centrales séries 40 ou 50 décrites dans le tableau ci-dessous peuvent être lues ou écrites par le maître MODBUS.

- Méthode d'adressage MODBUS :

VAR 00.00 ADDR 0 : (Adresse, en décimal, de la 1^{ère} variable sélectionnée)
(VAR = type I, O, S, M, IW, OW, MW, KW)

VAR XX.YY = ADDR 0 + (16 * XX) + YY

(VAR = type MD, KD) (Adresse, en décimal, de la 1^{ère} variable sélectionnée)

VAR XX.YY = ADDR 0 + (32 * XX) + (2 * YY).

- **Exemple** : L'adresse MODBUS des variables O62.01, IW62.00 et M255.01 .

O 62.01 = 4096 + (16 * 62) + 01 = **5089**

I W63.00 = 0000 + (16 * 63) + 00 = **1008**

M 255.01 = 8192 + (16 * 255) + 1 = **12273**

III-5) Programmation de l'automate ABB:

III-5- a) Programme de l'automate et son exécution :

Le programme utilisateur est un ensemble de fonctions universelles conçues par le constructeur pour couvrir toutes les applications et assurer toutes les fonctions de base de l'automate. Il est développé à partir du logiciel AC31GRAF.

Après traduction en instructions compréhensibles par l'unité centrale, le programme est chargé en mode STOP ou RUN dans la SRAM, puis sauvegardé de la SRAM dans la Flash EPROM. Ainsi, à chaque démarrage du programme, le programme utilisateur sauvegardé en Flash EPROM est copié dans la SRAM pour être traité par le microprocesseur.

Le cycle d'exécution du programme est illustré par la figure ci-dessous :

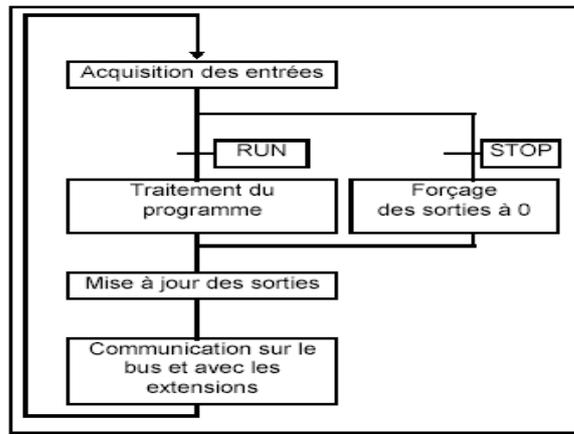


Figure (III.16) : Cycle d'exécution du programme.

III-5- b) Logiciel de programmation de l'automate ABB AC31GRAF :



Figure (III.17) : Groupe de démarrage ABB.

Définition de logiciel de programmation : AC31GRAF est un logiciel de programmation des automates ABB série 40,50 et 90.

Il utilise quatre langages de programmation :

- **LD (Leadder Diagram)**: est un langage graphique basé sur des symboles de schémas à contacts. Ils sont adaptés au traitement combinatoire et offrent des symboles graphiques de base et des blocs fonctionnels d'automatismes (contacts, temporisateurs, compteurs).
- **SFC (équivalent Grafset)** : est un langage graphique pour décrire des opérations séquentielles. Le processus est représenté par des graphes constitués d'étapes liées par des transitions qui correspondent à une condition binaire. Les actions associées aux étapes peuvent être écrites dans un autre langage.
- **IL (Instruction Liste)** : langage sous forme de listes d'instructions. Il s'adresse plus particulièrement aux automatismes chevronnés.
- **FBD (Function Bloc Diagram)** : est un langage graphique de blocs fonctionnels qui permet de programmer des procédures complexes en combinant des fonctions existantes dans la bibliothèque du logiciel AC31GRAF.

NB : Dans notre projet le programme est réalisé à base du langage **FBD**.(exemple d'application est détaillé au 5eme chapitre de notre application).

III-6) Diagnostic :

Le diagnostic des unités centrales des séries 40 et 50 est destiné à assurer une localisation rapide et efficace des pannes.

Une information détaillée sur l'état de l'unité centrale est accessible par le logiciel AC31GRAF en cliquant sur l'icône « *Etat de l'automate (diagnostic)* » de la fenêtre du panneau de Contrôle.

Une fois la fenêtre de diagnostic ouverte, les données sont figées jusqu'à la prochaine ouverture de celle-ci.

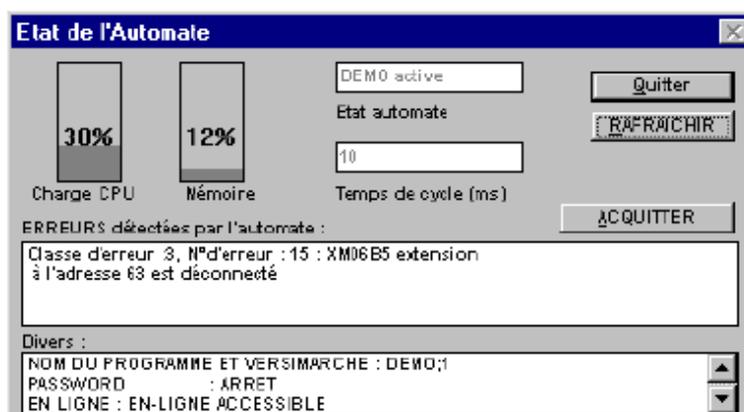


Figure (III.18) : Fenêtre de statut dans AC31GRAF

Détection des erreurs :

Les erreurs détectées sont transmises à l'unité centrale qui signale leur présence grâce à la led rouge ERR sur la face avant de l'unité centrale (voir Figure).

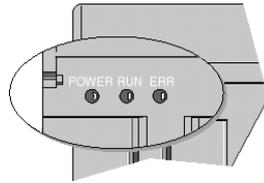


Figure (III.19) : LEDs de détection des erreurs

Une erreur de boîtier déporté est également signalée par la led ERR sur la face avant du boîtier en question.

En cas d'erreur sur une extension, la led SUPPLY de l'extension clignote.

Dès que le défaut a été repéré et corrigé par l'utilisateur, il peut être acquitté :

- Par un redémarrage de l'unité centrale
- Par logiciel
- Ou par programme.

Seule une erreur par classe peut être mémorisée. Si plusieurs erreurs d'une même classe se produisent en même temps :

- Seule la première est mémorisée.
- La première erreur doit être corrigée et acquittée pour permettre à la suivante d'être lue.

Ainsi de suite jusqu'à la dernière erreur.

- Les erreurs suivantes qui disparaissent avant l'acquiescement de la première erreur ne sont jamais signalées.

III.7) conclusion:

L'utilisation d'un automate programmable pour la conduite d'un procédé industriel est la solution adéquate qu'on propose comme alternative de changement à la logique câblée actuellement utilisée, car il est facile à programmer, à connecter, adapté aux conditions de travail. Dans cette perspective, une bonne analyse du problème à résoudre, le respect des règles d'installation, un bon dimensionnement pour préserver des marges de modification, sont les conditions d'une implantation réussie. De plus, on a pu avoir quelques généralités sur les APIs et spécialement l'automate ABB, et son langage de programmation AC31GRAF.

Introduction:

A l'ère de la concurrence planétaire, l'exactitude et l'actualité des données process sont essentielles à la prise de décisions. L'intégration effective des données au niveau de l'usine est capitale à la productivité et à la rentabilité. Afin d'atteindre ces objectifs, l'homme a beaucoup pensé de faire intervenir la machine (l'ordinateur) et cela en créant un logiciel de supervision (SCADA) qui fera l'objet de ce présent chapitre.

IV-1) Définitions :**A) Définition de la supervision :**

L'opérateur chargé de conduire une installation automatisée doit impérativement disposer en temps réel d'une visualisation de l'état et de l'évolution des paramètres du processus, qui lui permette de prendre rapidement les décisions appropriées à ses objectifs : cadences de production, qualité des produits, sécurité des biens et personnes. Cette fonction d'assistance à l'opérateur humain est appelée **supervision**

B) Définition de SCADA:

SCADA est l'acronyme de **Supervisory Control And Data Acquisition** (commande et l'acquisition de données de surveillance). L'idée générale est celle d'un système de télégestion à grande échelle réparti au niveau des mesures et des commandes. Des systèmes de SCADA sont employés pour surveiller ou commander le produit chimique ou pour transporter des processus, dans les systèmes municipaux d'approvisionnement en eau, pour commander la génération d'énergie électrique, la transmission et la distribution, les canalisations de gaz et de pétrole, et d'autres protocoles industriels.

IV- 2) Conception des systèmes :

Les systèmes SCADA incluent le matériel, les contrôleurs, l'interface utilisateur, les réseaux, la communication, la base de données et le logiciel de signalisation des entrées-sorties. Il fait essentiellement partie de la branche des technologies de l'instrumentation. Le champ d'application SCADA se reporte habituellement sur un système central contrôlé par des moniteurs et des commandes sur un emplacement complet ou un système étendu sur une longue distance. La majeure partie de la commande d'emplacement est en fait effectuée automatiquement par l'Unité du Terminal à Distance (*RTU*, Remote Terminal Unit en anglais) ou par un **automate programmable industriel** (*API* ou *PLC*, Programmable Logic Controller en anglais).

Des opérations de service de centre serveur sont presque toujours limitées au dépassement de base d'emplacement ou aux possibilités de niveau de surveillance. Par exemple, un PLC peut commander l'écoulement de l'eau de refroidissement par une partie d'un processus industriel, mais le système de SCADA peut permettre à un opérateur de modifier le point de consigne "écoulement" et également, d'enregistrer ou d'afficher toutes les conditions d'alarme : perte d'écoulement, haute température... La boucle de remontée des

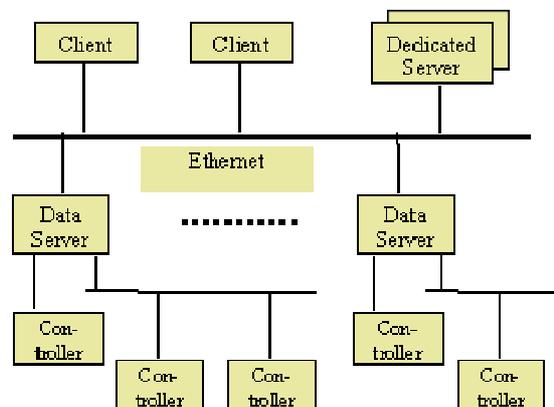
informations d'alarme est fermée par le RTU ou le PLC ; un système SCADA surveille l'exécution globale de cette boucle.

Les évolutions récentes concernent principalement le Web pour permettre la visualisation, la commande et le contrôle à distance.

Les évolutions actuelles et futures concernent principalement le M2M (machine-to-machine en anglais permettant la **télémesure**, la communication et le contrôle à distance, sans fil, par ex. grâce aux technologies GSM/GPRS) ; la mobilité (services de gestion mobile sur assistants personnels numériques (APN ou PDA en anglais) communicants ; la sécurité des personnes, des systèmes et des installations (authentification forte par biométrie et/ou cartes à puce et/ou jetons, gestion des utilisateurs centralisée par une connexion LDAP au répertoire de l'entreprise (Active Directory en anglais), intégration de la vidéosurveillance, etc.) ; ou encore la gestion et l'optimisation de l'énergie.

IV-3) Architecture :

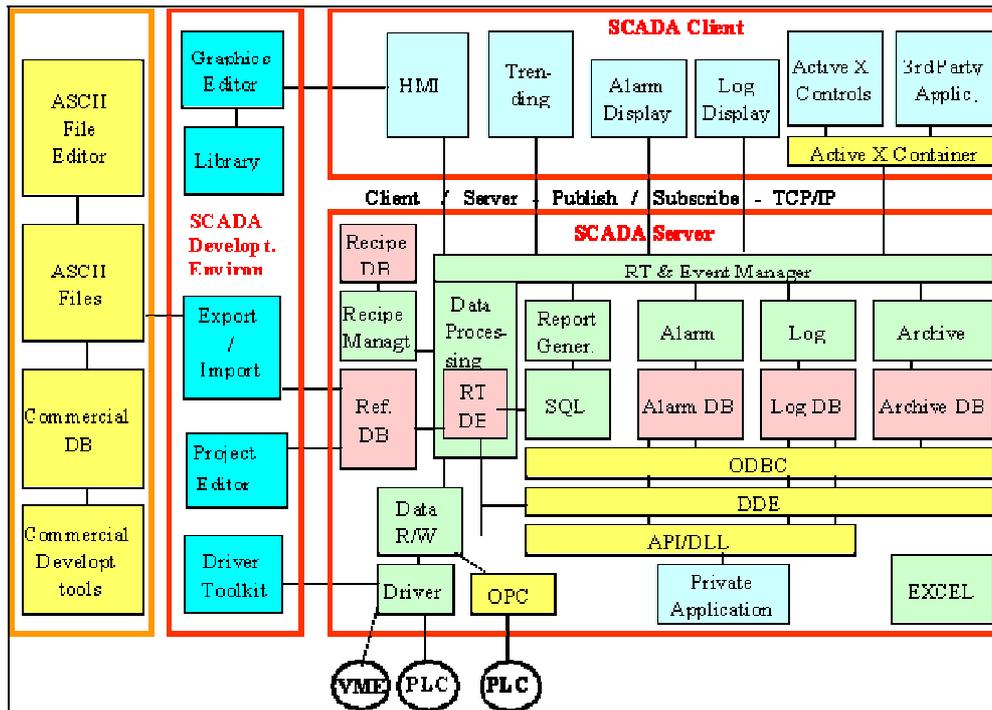
A) Architecture matérielle : On distingue deux couches de base dans un système de SCADA: la " couche de client " qui couvre l'interaction homme machine et " la couche serveur de données " qui assure le traitement de la plupart des activités du processus de contrôle de données. Les serveurs de données communiquent avec les dispositifs à travers des automates programmables par exemple, qui sont directement connectés aux serveurs de données ou par l'intermédiaire des réseaux ou des fieldbus. Les serveurs de données sont connectés entre eux et aux stations de client par l'intermédiaire d'un réseau local Ethernet. (Voir figure A)



Figure(IV.1) : Architecture matériel d'un SCADA

B) Architecture du logiciel:

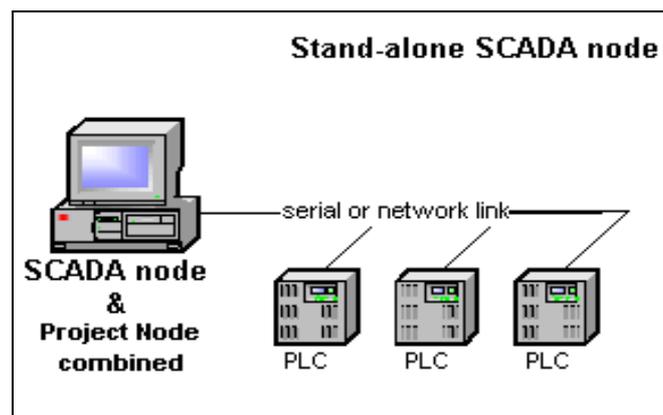
Les produits assurent un traitement multitâche et sont basés sur une base de données en temps réel (RTDB) située dans un ou plusieurs serveurs. Les serveurs sont responsables de la saisie et le traitement de données sur un ensemble de paramètres (par exemple : interrogation des contrôleurs (API), contrôle d'alarmes, calcul, enregistrement et archivage).



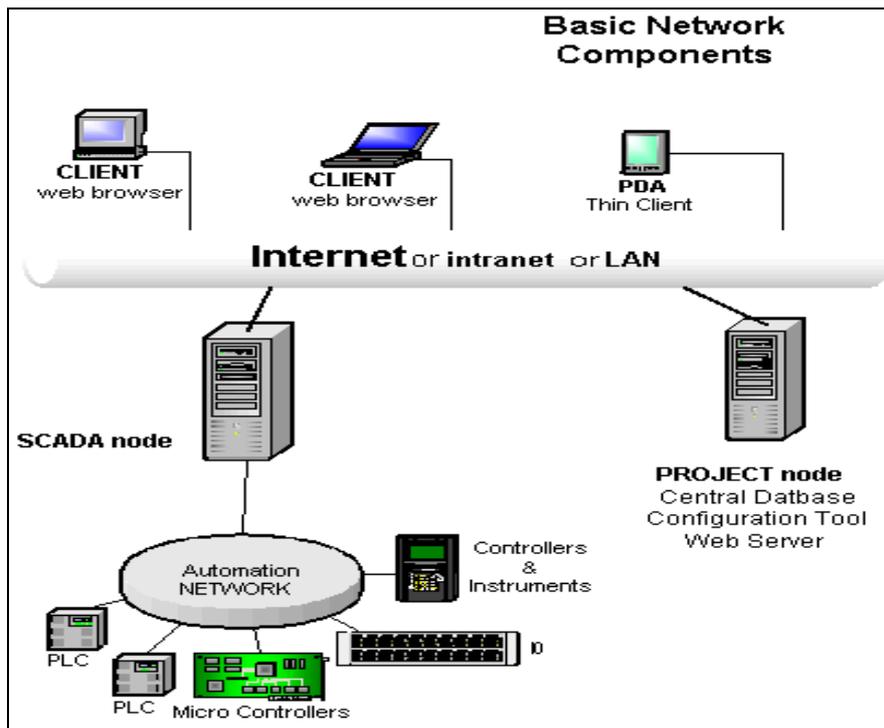
Figure(IV.2) : Architecture du logiciel d'un SCADA.

IV-4) Description du logiciel de supervision WebAccess :

Définition : Le WebAccess est un logiciel de supervision SCADA auquel on peut relier à travers un réseau local ou bien une liaison série (RS232, RS485) plusieurs périphériques (exemple : Automates Programmables, Régulateurs, Micro Contrôleurs, ...), comme indiqué sur les figures ci-dessous.

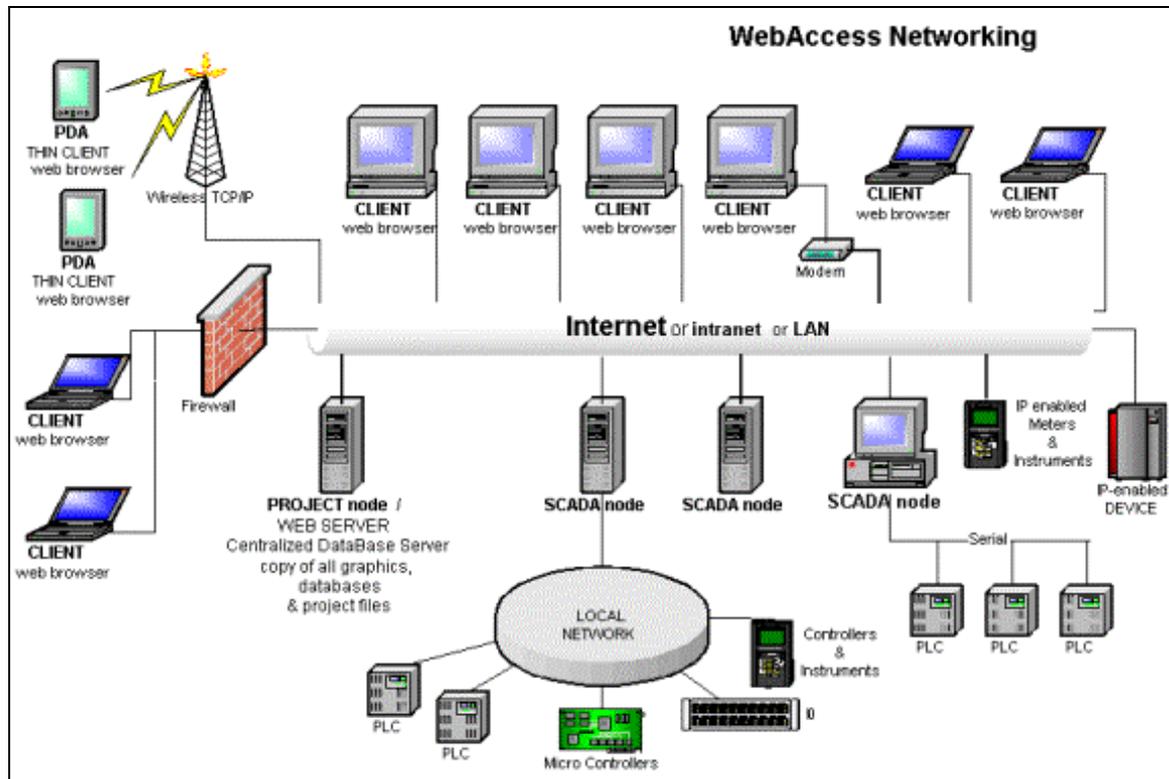


Figure(IV.3) : WebAccess sous une liaison série.



Figure(IV.4) : WebAccess sous réseau.

Les multiples nœuds SCADA et Clients sont illimités dans un réseau de web Access. typiquement, il ya un seul nœud projet .



Figure(IV.5) : multiples nœuds SCADA et Clients (réseau large de WebAccess)

IV-4-1) Nœud Projet :

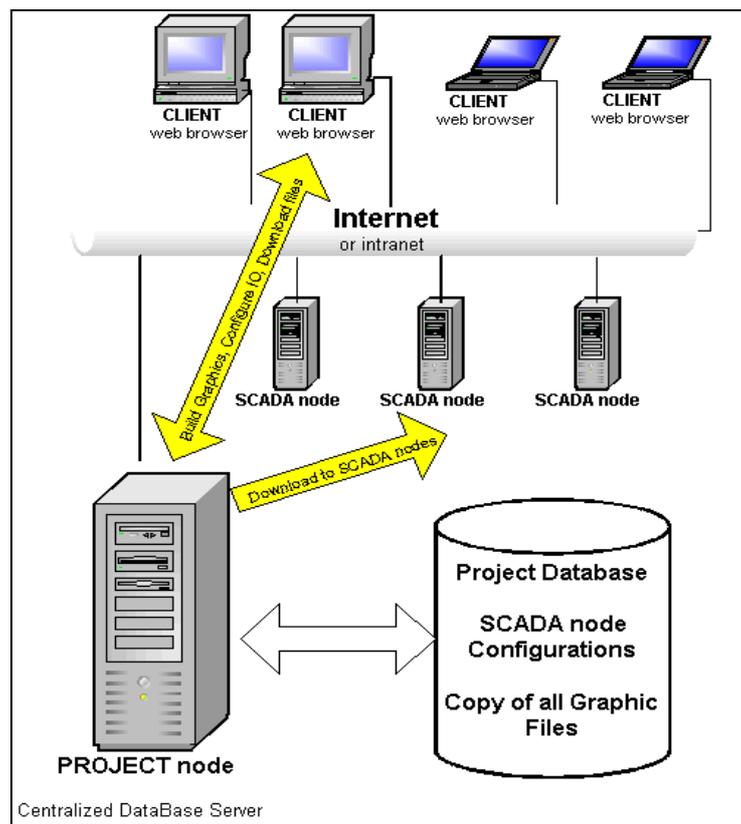


Figure (IV.6) : Nœud Projet – serveur de base de données centralisée.

Le nœud de projet se compose en éléments suivants:

1. Le logiciel de nœud projet : est une collection d'ASP (serveur de pages actives) organisée en site Web. Ces pages d'ASP agissent en tant que **l'outil de configuration** permettant à l'aide d'internet explorer ordinaires de configurer un projet de WebAccess.

2. La base de données du WebAccess : est **une base de données centralisée** de la configuration de chaque nœud SCADA dans le projet. Une copie de tous les dossiers des graphiques, des manuscrits et d'autres composants est gardée sur le nœud projet.

L'édition de la base de données des points ou l'édition d'un graphique exige un accordement au nœud projet. La base de données et les dossiers graphiques sont physiquement localisés sur le nœud projet. Des changements à la base de données ou au graphique ne sont pas vus sur les nœuds SCADA jusqu'à ce que les changements "soient téléchargés" aux nœuds SCADA.

3. Le nœud projet note des données en temps réel dans les bases de données d'ODBC qui peuvent être consultées.

IV-4-2) Nœud SCADA :

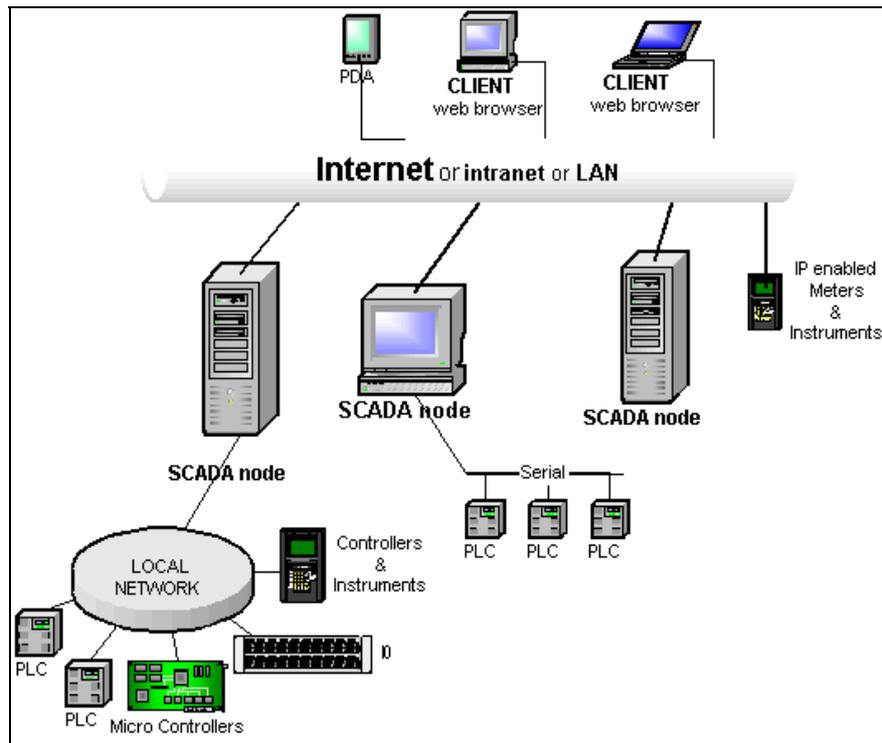


Figure (IV.7) : Nœud SCADA connecté aux différents dispositifs.

Le Nœud SCADA communique en temps réel avec le périphérique. Le noeud SCADA est relié physiquement au périphérique par une liaison série, Ethernet ou autre. Les matériels de l'automatisation incluent, sont des Automates Programmables Industriels (API), Systèmes du Contrôle Numériques Directs (DDC), Systèmes du Contrôle Distribués (DCS) et IO (Input/Output) systèmes.

Le Nœud SCADA retransmet les données entre les contrôleurs et les clients. Dans un sens, le nœud SCADA est un "Serveur SCADA". On peut y avoir un nombre illimité de Nœuds SCADA dans un système.

IV-4-3) Le port de communication :

Le port de communications est le lien employé pour se relier aux périphériques. Il peut être **une liaison physique** (un câble RS232/RS485 ou un réseau Ethernet) ou ce peut être **une liaison logicielle** (par exemple un serveur d'OPC).

Les exemples incluent **COM1, COM2** (sont les ports série sur le nœud de SCADA), **TCP/IP** (est n'importe quelle carte réseau en utilisant TCP/IP), **un serveur d'OPC**.

IV-4-4) Configuration du périphérique:

Le type du périphérique détermine le protocole employé par WebAccess pour communiquer avec le périphérique d'automatisation. Le protocole détermine comment les bits sont convertis en nombres et caractères significatifs. Modbus RTU est un exemple d'un protocole de communication série. Le protocole est indiqué quand on ajoute des périphériques au port de communication.

Le protocole du périphérique et du module de gestion de périphérique dans le WebAccess doit être identiques.

Les champs de configuration du périphérique diffèrent (l'aspect de la page changera) selon le type du port : Série, TCP/IP ou OPC. Par exemple, les périphériques attachés aux ports série incluent : la vitesse baud (transfert), parité, bit d'arrêt, alors que le périphérique relié aux ports TCP/IP exigera peu de champs.

IV-4-5) Les points :

WebAccess emploie le concept de **point** pour organiser l'information échangée avec l'API ou le périphérique d'automatisation. Un **point** est une marque unique pour une seule pièce d'informations lue du périphérique d'automatisation. WebAccess assigne des qualités additionnelles au point comprenant la description, les alarmes, les limites d'alarme, les adresses. Un point peut décrire n'importe quelle entrée, sortie, bit ou toute autre valeur dans un dispositif.

WebAccess fournit une base de données pour des communications: un point doit seulement être définie une fois dans le noeud SCADA qui est relié au périphérique d'automatisation (API, RTU, système d'entrées/sorties... etc.). Tous les clients accèdent à ce point en utilisant son tagname (Nom du point). Ceci permet le même affichage graphique qui se relie à ce point sur tous les clients.

WebAccess comprend le programme qui échange réellement des données avec le périphérique et la "base de données" qui contient une description de quelle donnée l'utilisateur veut lire et écrire au périphérique.

Avant qu'on puisse construire un point d'E/S, on doit déjà avoir configuré un noeud SCADA, configuré un port de communication et un périphérique.

➤ Les Points Système :

Les points système permettent d'avoir le diagnostic, facilitent la gestion d'affichage. Par exemple, il y a des points système pour l'heure, la date, le statut du port de communication, les alarmes actives. Ils peuvent être employées pour obtenir des informations sur des alarmes, action d'opérateur.

IV-4-6) Draw (éditeur graphique) :

Le «Draw» est un éditeur graphique permettant la représentation graphique des équipements et des processus commandés, il comprend l'animation de mouvement, des changements de couleurs et les données dynamiques.

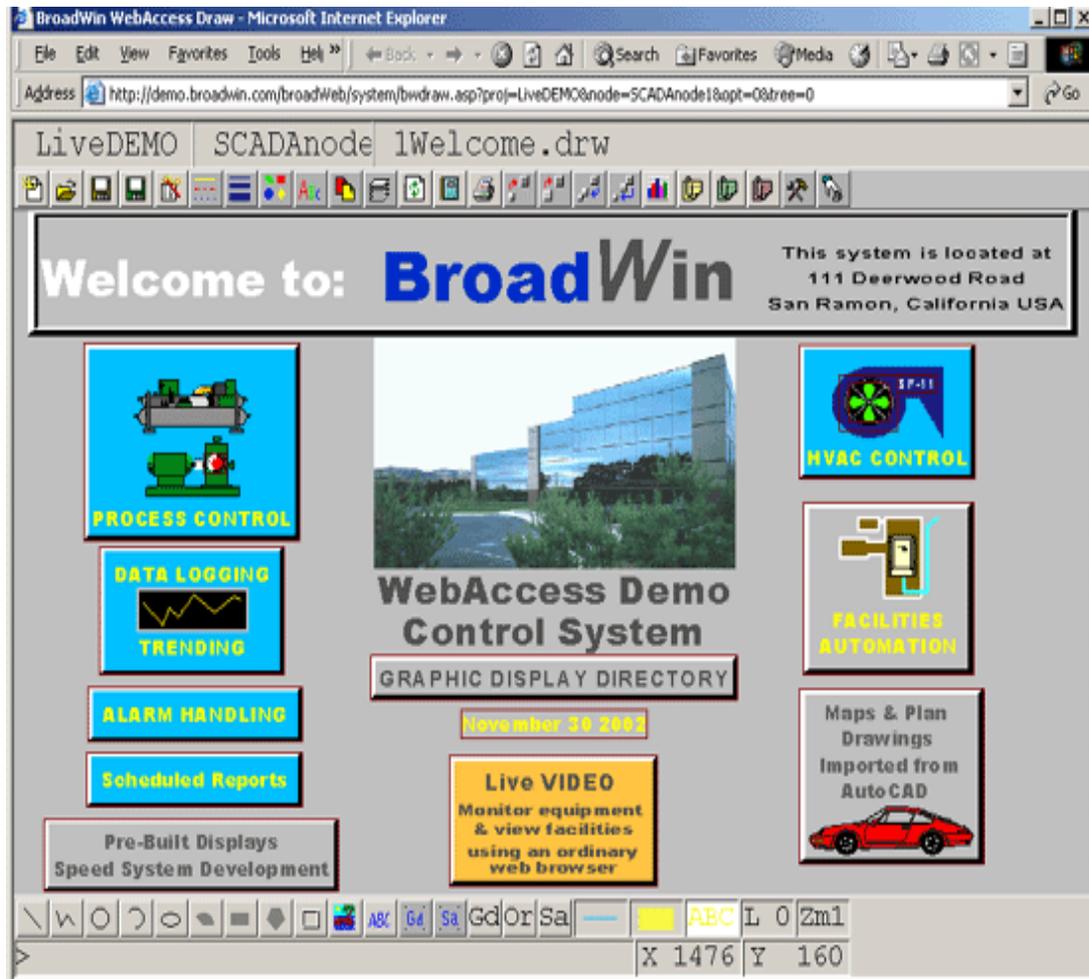


Figure (IV.8) : Exemple d'un DRAW.

IV-4-7) ViewDAQ (Visualisation graphique) :

Il permet la commande des processus, la visualisation des animations par exemple : la variation des données dynamiques, permet la modification des variables internes des périphériques, il permet également la visualisation des courbes en temps réels, historiques et l'affichage des tableaux d'alarmes.

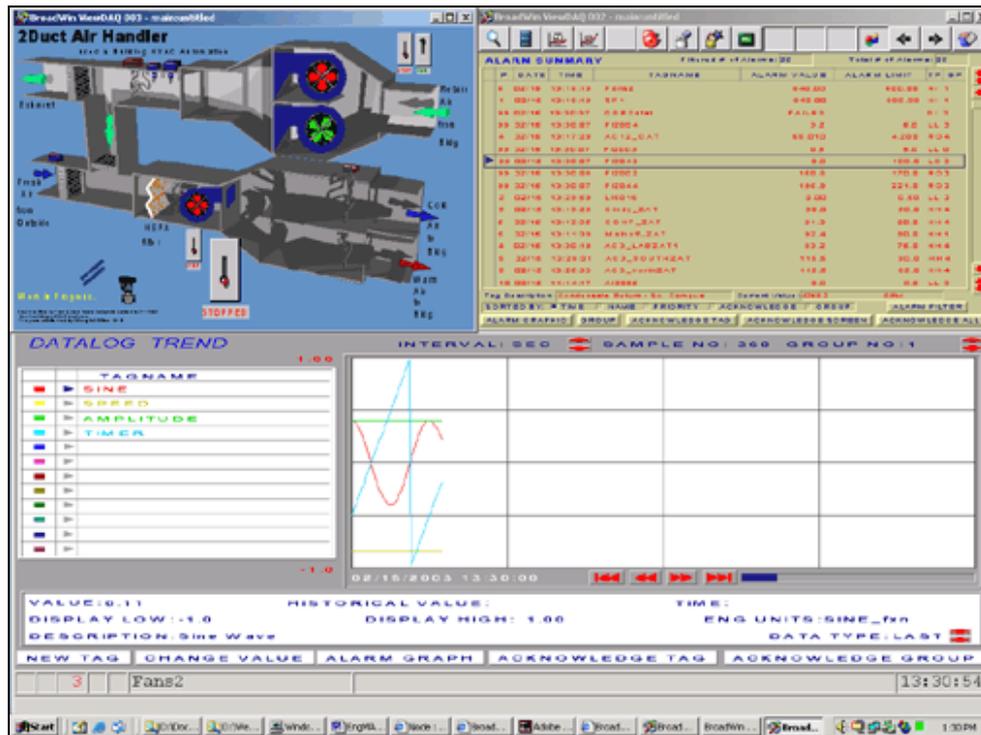


Figure (IV.9) : Différentes visualisation « ViewDAQ ».

IV-5) Création d'un projet sous WebAccess :

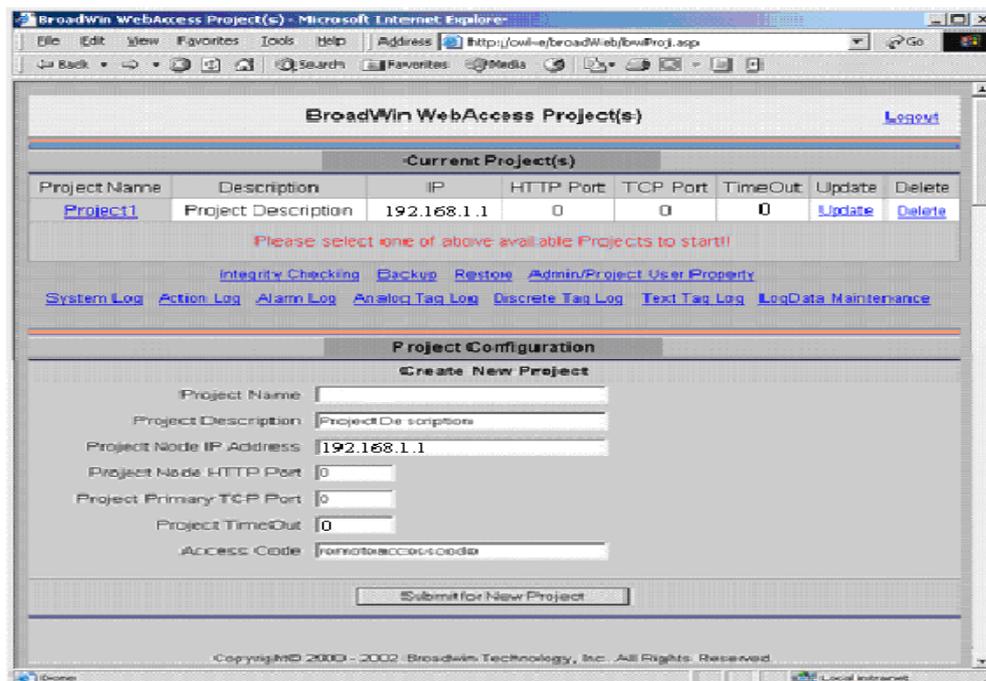


Figure (IV.10) : Interface du WebAccess.

Pour créer un projet sous WebAccess il faut suivre les étapes ci-après :

- 1) – Recueillir l'information nécessaire :
 - a- Protocole de transmission.
 - b- Adresses et points des périphériques.
 - c- Port de transmission physique.
 - d- Adresse IP.
- 2) – Démarrer IE (Internet Explorer).
- 3) – Démarrer WebAccess.
- 4) – Créer un nouveau projet (En lui donnant un nom).
- 5) – Créer un Nœud SCADA : (En lui donnant un Nom, Adresse IP, ...etc).
- 6) – Créer un port de communication. (entre le SCADA et le périphérique).
- 7) – Créer le périphérique. (API, Microcontrôleur, Régulateur, ...etc).
- 8) – Créer les points d'entrées/sorties.
- 9) – Configuration des différents points.
- 10) – Création du synoptique.
- 11) – Téléchargement du Nœud SCADA.
- 12) – Visualisation graphique (ViewDAQ).

IV-6) Les différents domaines d'utilisation du WebAccess :

Le WebAccess est un logiciel efficace pour la supervision en temps réel des systèmes très compliqués et évite les tournées de relevées des mesures.

Il peut être utilisé dans :

- les stations de pompage et de raffinage.
- les barrages d'eau potable.
- les laiteries.
- Surveillance des parking, des autoroutes, des air port, des port,...etc
- La gestion des aérations dans des hôtels, les hôpitaux, les usines...etc

Les figures ci-après représentent quelques domaines d'utilisation du WebAccess.

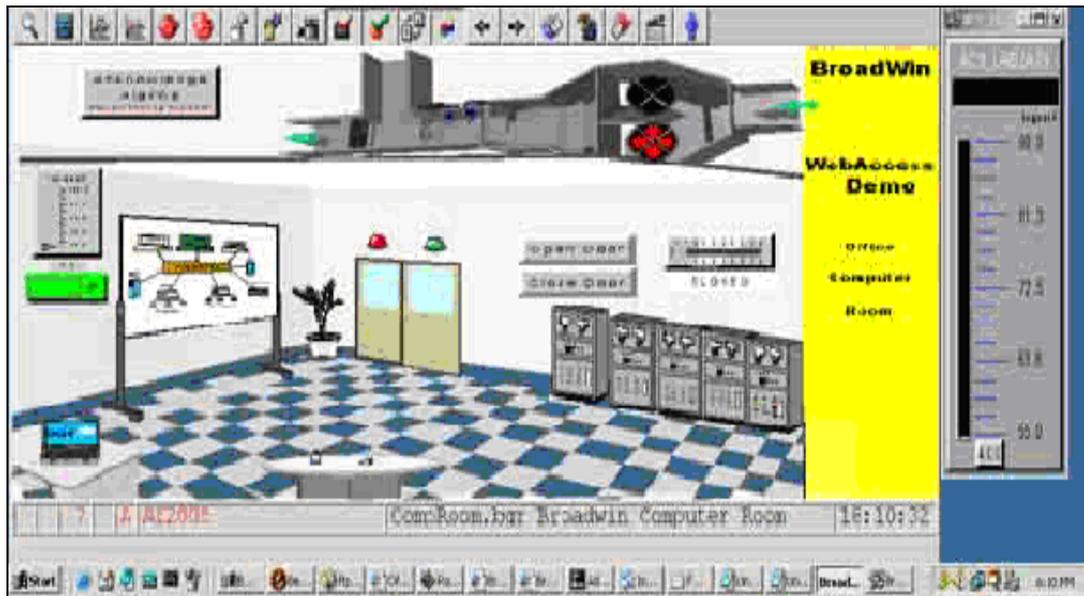


Figure (IV.11) : Surveillance de température d'un laboratoire.



Figure (IV.12): système de surveillance d'une ville.



Figure (IV.13) : Supervision réduite à une station de contrôle.

IV-7) Les caractéristiques essentielles de WebAccess :

- solution originale garantissant une sécurité de très haut niveau. A la différence d'un firewall traditionnel, aucun raccordement TCP/IP n'est effectué entre le réseau interne de l'entreprise et Internet. Le réseau interne reste donc totalement isolé de l'Internet, ce qui permet de garantir une sécurité anti-intrusion absolue.
- réalisée par des experts incontestés du domaine (Monaco Télématique MCTEL est un acteur du domaine Internet depuis des années et WebAccess a été retenu par France Télécom Intelmatique pour son Service d'Accès Professionnel sécurisé à Internet), disposant de nombreuses références de qualité.
- possibilité d'installation du système clé en main sur le site client, ou fonctionnement en utilisant le service d'accès SAP-Internet offert par France Télécom Intelmatique aux entreprises, qui utilise WebAccess.

WebAccess est destinée à offrir aux entreprises souhaitant accéder rapidement et sans risque à Internet un service et une solution de qualité.

IV-8) Les objectifs de logiciel web Access :

Objectifs	Moyens
Permettre aux utilisateurs d'accéder à Internet	La solution WebAccess permettant d'accéder à tous les services d'Internet (Web, FTP, Email, News, etc...).
Offrir une sécurité absolue	A la différence de toutes les technologies "firewall" classiques, la solution WebAccess est unique en ce qu'elle permet d'accéder à Internet, sans raccorder le réseau local TCP/IP à Internet
Contrôler nominativement et superviser les accès à Internet	<ul style="list-style-type: none"> • contrôle d'accès nominatif et par poste pour l'accès à chaque ressource, de façon très fine (jusqu'au niveau des URL autorisées par exemple). • enregistrement des accès effectués. • utilitaires de supervision en temps réel et en différé. • édition de rapports détaillés.
Evolutivité de la solution	La solution WebAccess est très évolutive et supporte déjà les mécanismes d'accès à de nombreux protocoles. En fait, la plupart des protocoles et services de l'Internet sont d'ores et déjà offerts.

IV.9) Les Avantage de Web Access : La solution offre de nombreux avantages:

- Elle est mise en place sur une machine spécifique dédiée (en fait deux machines composent la solution, garantissant ainsi une sécurité absolue même en cas d'accès non autorisé ou de piratage de la machine d'accès raccordée à Internet).
- Isolement IP total entre le réseau TCP/IP de l'entreprise et l'Internet.

- Connexion au réseau TCP/IP de l'entreprise par une interface 10 BaseT, 100 BaseT, FDDI ou ATM pour la passerelle sécurisée, elle-même connectée à la passerelle d'accès par une liaison unidirectionnelle X.25 privé point à point à haute vitesse (par exemple 2 Mbps), la passerelle d'accès étant connectée à Internet.
- L'architecture proposée effectue une translation d'adresse IP: les adresses IP du réseau interne ne sont jamais visibles de l'extérieur et les machines jamais accessibles, la liaison entre le réseau interne et Internet étant unidirectionnelle et non IP.
- Elle permet des contrôles d'accès et des filtrages très élaborés: par adresse, par protocoles, par URL, en fonction du temps de connexion d'un utilisateur, du nombre total de ses accès durant une période déterminée, par groupes d'utilisateurs, etc...
- Gère les suivis d'états, un audit détaillé, la liste de tous les accès effectués par les utilisateurs du réseau si souhaité, les tentatives d'accès non autorisés à l'extérieur des utilisateurs internes. Les tentatives d'accès provenant de l'extérieur sont enregistrées. La refacturation précise de l'usage d'Internet aux différents services de la société est facile.
- La liaison entre la passerelle sécurisée et la passerelle d'accès permet d'effectuer du tunneling unidirectionnel (avec notamment un proxy SOCKS).
- Contrôle très précis des droits d'accès des différents utilisateurs aux différents protocoles et ressources de l'Internet.
- Enregistrement complet de tous les accès sortants effectués par les utilisateurs, consultables par le superviseur.
- Affectation d'une bande passante maximale à chaque poste utilisateur, avec impossibilité de débordement, permettant ainsi une répartition beaucoup plus égale de la bande passante entre les différents usagers.

IV.10) Conclusion:

Ce chapitre nous a apporté une vue générale sur le SCADA, plus particulièrement sur le logiciel de supervision Web Access et le dernier chapitre va nous montrer l'application de ce logiciel.

Introduction :

Notre application sert à mesurer un débit liquide circulant dans une conduite d'eau par un calculateur de comptage FH6200 ainsi qui fait le comptage transactionnel. et un débitmètre électromagnétique qui fait juste la mesure comme étalon, l'automate ABB série 50 qui commande la pompe au démarrage et au déclanchement ainsi qui relève ces deux mesures et faire la comparaison. et pour la supervision de la mesure en temps réel on a utilisé le logiciel WebAccess.

Afin de réaliser notre application des étapes sont indispensables et nécessaires :

- 1) Configuration de calculateur électronique FH 6200 afin de *mesurer* un *débit* liquide avec un débitmètre à turbine dont il *calcule* le *volume* de liquide selon la norme *API2540*.
- 2) Programmation de l'automate programmable ABB série 50 pour la comparaison de deux mesures et la commande de la pompe.
- 3) la supervision des mesures par le logiciel de supervision Web Access.



Figure (V.1) : montre notre Banc de mesure et de comptage

En débutera par :

V-1) Configuration de calculateur FH6200 :



Figure(V.2) : face avant FH 6200.

FH6200 supposent d'avoir de bonnes notions sur le comptage concernant les fluides ainsi que des capteurs et dispositifs externes composant un système de comptage.

A partir de l'instant où l'utilisateur connaît exactement le type de la configuration matérielle ainsi que les données à fournir, le paramétrage peut effectivement commencer.

Il est préconisé de suivre une certaine logique lorsque l'on effectue le paramétrage complet d'un calculateur FH6200 pour la première fois :

La procédure suivante indique des séquences pour un paramétrage initial :

- configurer les ports de communication.
- configurer les unités et le format d'affichage pour les valeurs du comptage.
- configurer les entrées impulsions (mesureur).
- configurer le mesureur.
- configurer la température de référence et de ligne.
- configurer la pression de référence et de ligne.
- configurer le calcul des masses volumique aux conditions de référence.
- configurer le calcul des masses volumique aux conditions de mesurage.
- Configurer les sorties analogiques.

V-1-a) Les paramètres de configuration :

Ces paramètres ont pour but de pouvoir utiliser au maximum la précision des mesureurs.

1) configurer le port de communication :

Port1 : RS232

vitesse de transmission : 19200 bauds

8 bits, 1 bit stop, Pas de parité

2) configurer les entrées impulsions (mesureur) :

Entrée impulsion (1) reçoit deux trains d'impulsion :

Mesuruer1 : *Type d'entrée* : 2voie [A/B](1)

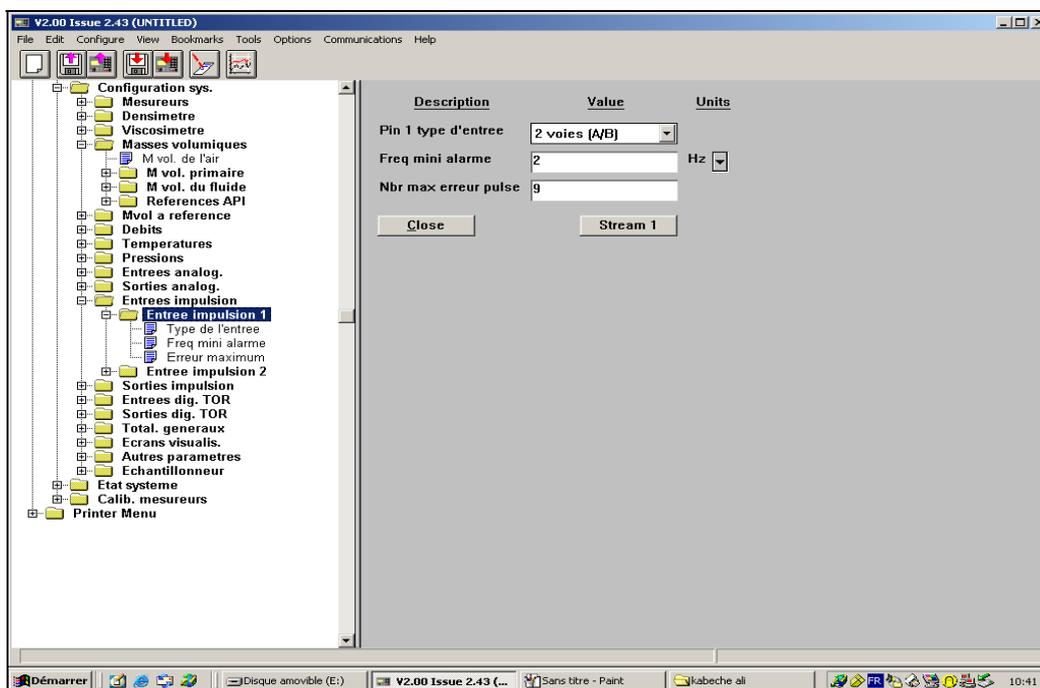
Freq min alarme : 2 Hz (pour débit min)

Freq max alarme : 200 Hz (pour débit max)..... (2)

Nbr d'imp erreur alarme : 9

Remarque : 1) 2voie [A/B] : mesureur à 2 capteurs d'impulsion.

2) Fréquence (min/max) proportionnelle au débit



Figure(V.3) : fenêtre de configuration de mesureur

3) configurer le mesureur :

K facteur moyenne : 38 imp/l

Type de correction : corr. Freq/Err

Nombre de point : 6 pts

X	Y
Freq1=16Hz	Err1=0.1%,
Freq2=32.80Hz	Err2=0.13%
Freq3=63.80Hz	Err3=0.12%
Freq4=96.90Hz	Err4=-0.08%
Freq5=127.80	Err5=-0.11%
Freq6=160Hz	Err6=-0.12%

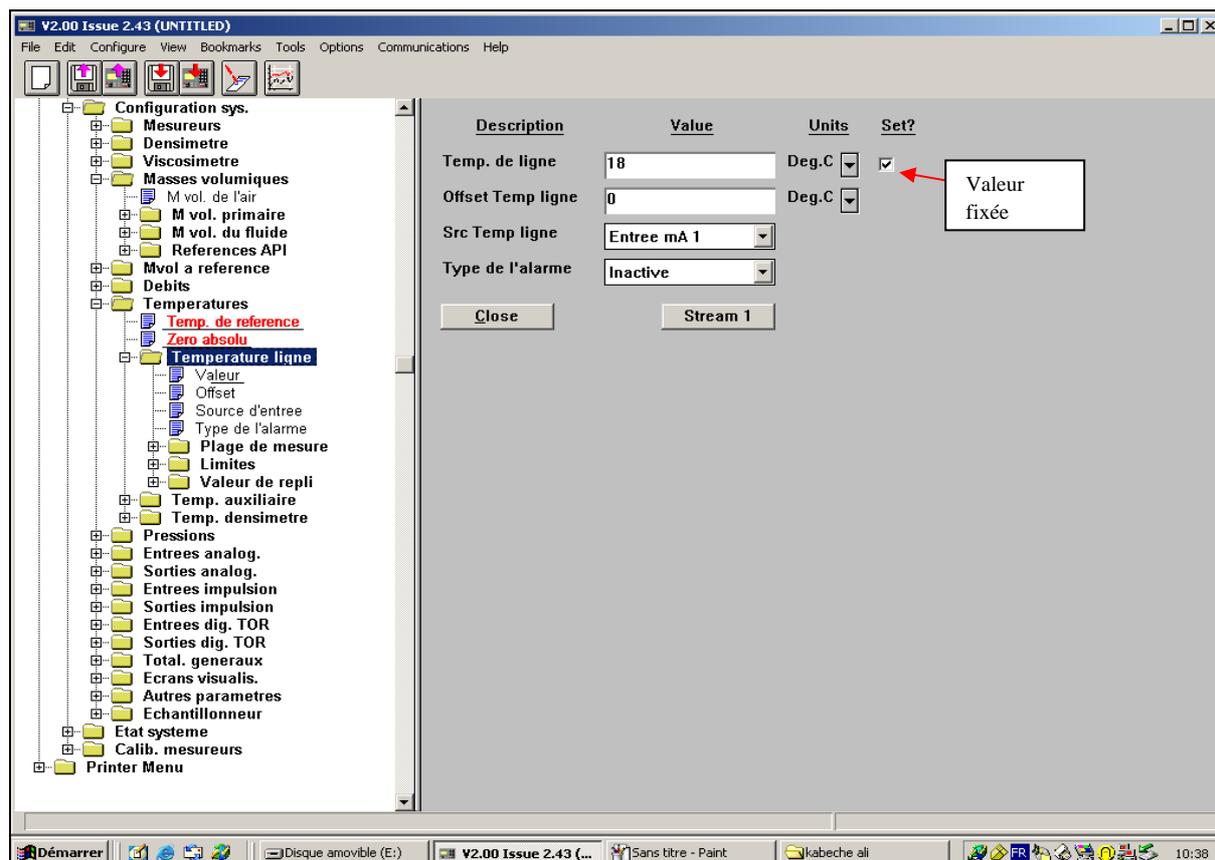
Tableau V-1 : extrait de la courbe d'étalonnage TZN 40-15

- Le calculateur fait la correction en température et pression sur le poids d'impulsion automatiquement, après avoir fixé la température et la pression de mesure et de référence.

4) configurer la température de référence et de ligne (ou de mesure):

Température référence : 15 deg C fixé

Température ligne ou mesuré : 20 deg C fixé



Figure(V.4) : fenêtre de configuration de la température

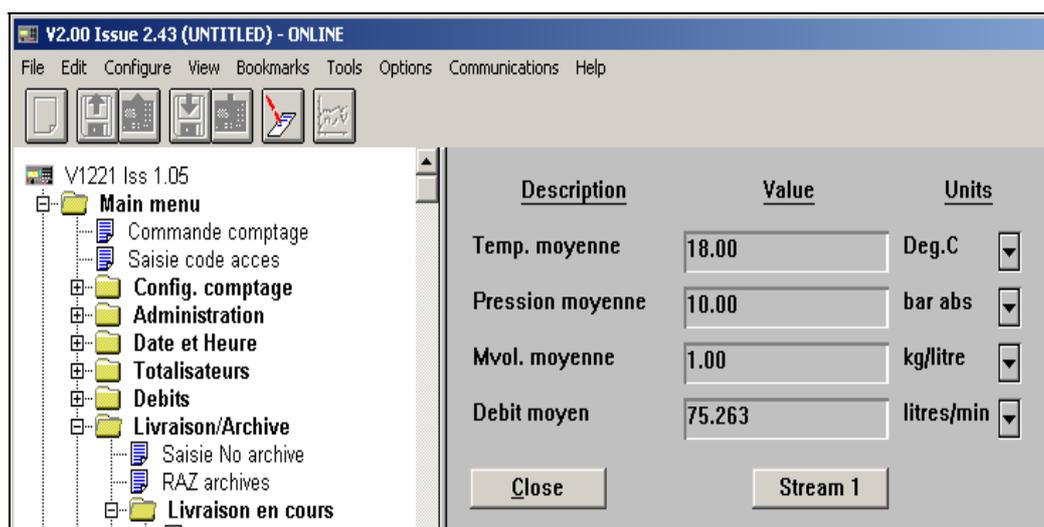
5) configurer la pression de référence et de ligne (ou de mesure) :

Pression référence : 1,0132 bar fixe

Pression ligne : 10 bar fixe

6) configurer le calcul des masses volumique aux conditions de référence :**Masse volumique référence :** 1000Kg/m³ fixe**Mode de calcul :** Norme API 2540**API type de fluide :** pétrole brut**Plage M vol :** 638/1074 Kg/m³**7) configurer le calcul des masses volumique aux conditions de mesurage :****Masse volumique de fluide :** calculer**Température de calcule :** température ligne**8) configuration d'un sortie analogique :**

Configure un sortie analogique 4-20 mA pour pouvoir transmettre le débit instantané mesurer par le calculateur vers l'automate ABB.

N°de la sortie : 1**Mode de fonctionnement :** 4-20mA**La plage des valeurs :** 0% : 0 l/min (4mA)**100% :**100 l/min (20mA)**V-1-b) Les valeurs visualisées de la transaction :****Figure (V.5) : Les valeurs moyennes de la transaction**

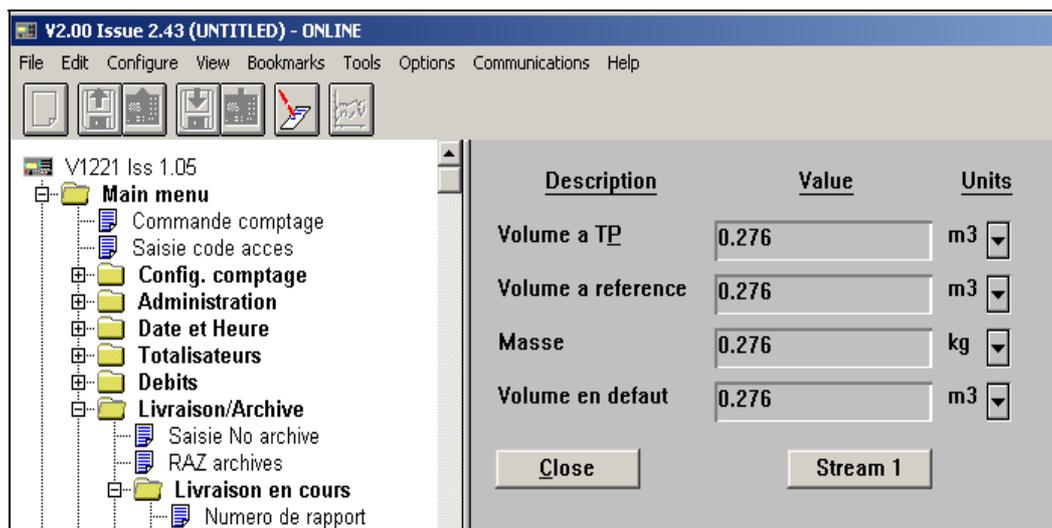


Figure (V.6) : Les valeurs totalisées

V-2) programmation de l'automate :

V-2-1) Création du projet avec AC31GRAF :

On démarre le logiciel de programmation AC31GRAF à partir de l'icône « **ABB AC31GRAF** »



Figure(V.7) : Groupe démarrage ABB AC31GRAF.

La fenêtre du gestionnaire de projet.



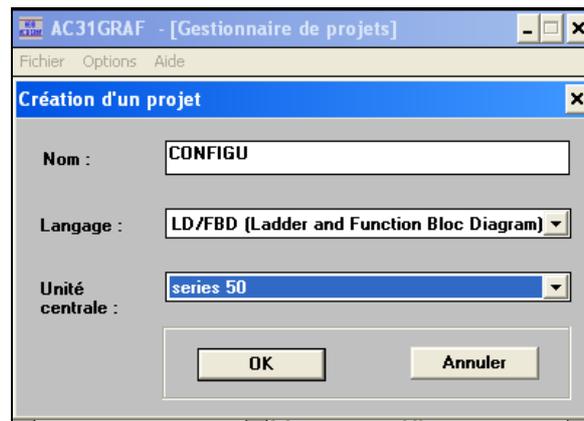
Figure (V.8) : Gestionnaire de projets - ABB AC31GRAF.

L'icône « **Nouveau** » permet de créer un nouveau projet.

Remarque : On doit donner un nom au projet, sélectionner le type d'unité centrale et le langage de programmation à utiliser. (Voir figure V - 3).

Le nom du nouveau projet doit obéir aux règles suivantes :

- le nom ne doit pas contenir plus de 8 caractères.
- le premier caractère doit être obligatoirement une lettre.
- les caractères suivants peuvent être des lettres ou des chiffres.



Figure(V.9) : Fenêtre de définition du projet.

Après la définition du projet on valide par **OK**.

La figure (V.10) représente la fenêtre d'édition du programme.

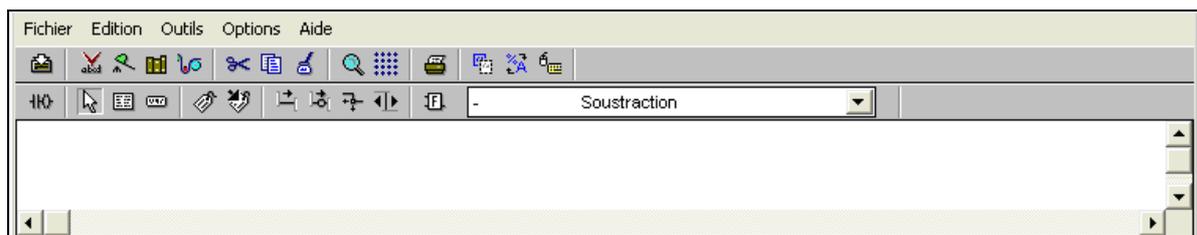


Figure (V.10) : Fenêtre d'édition du programme principal MAIN du projet REGPID.

Remarque :

On déclare les variables, leurs adresses, leurs symboles et un commentaire. (Voir figure V-9)

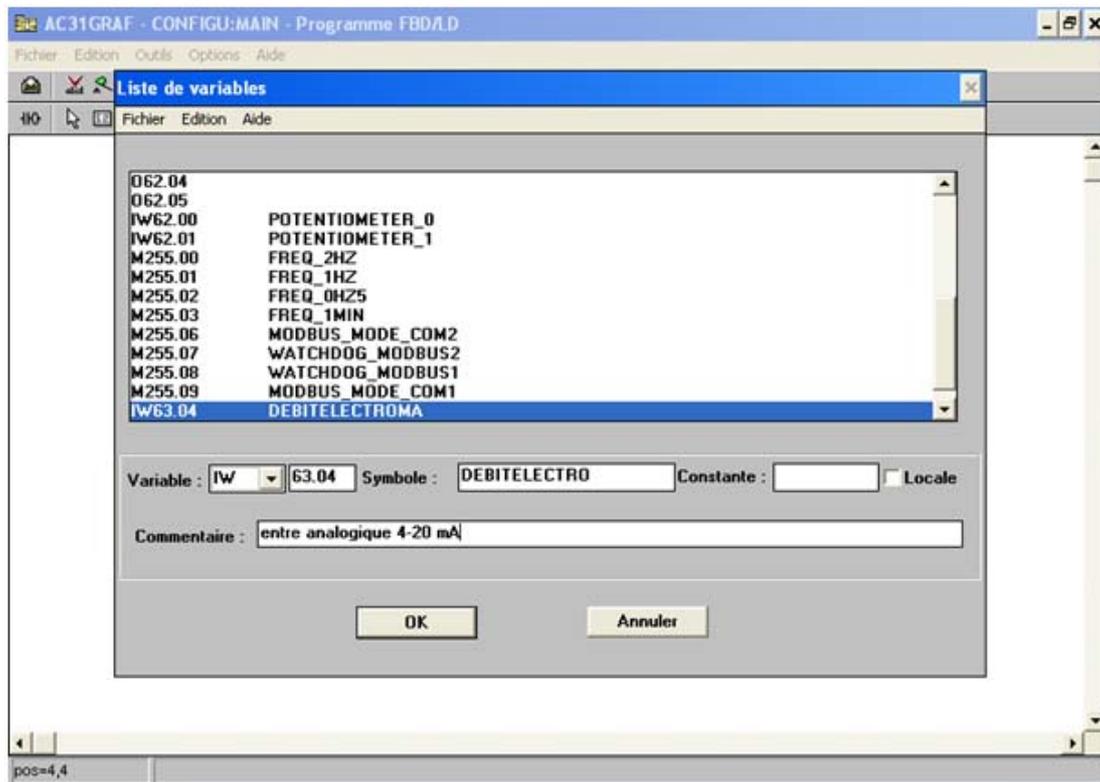


Figure (V.11) : Liste des variables.

La fenêtre ci après apparaît : sert a programmer les deux entrées de capteurs de l'automate et leur comparaison entre les deux mesures.

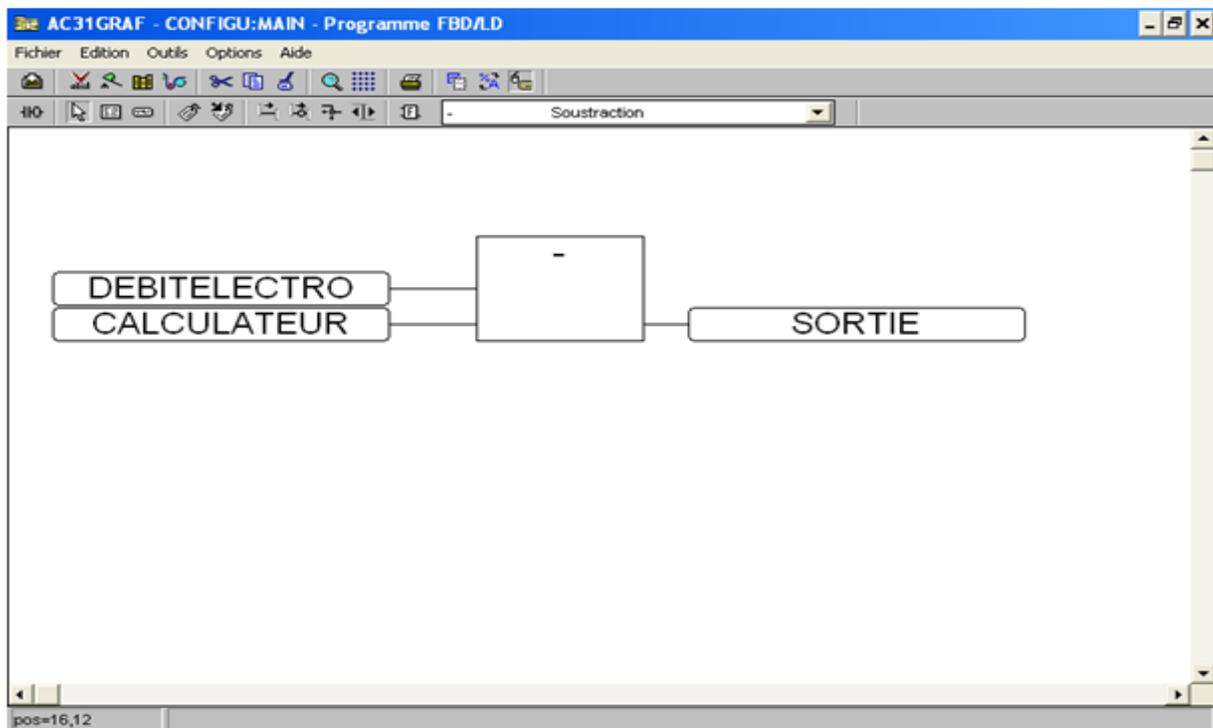


Figure (V.12) : comparaison programmée par l'automate.

Pour commander notre pompe, on a rajouté un bloc fonctionnel auquel on a associé les variables qu'il faut

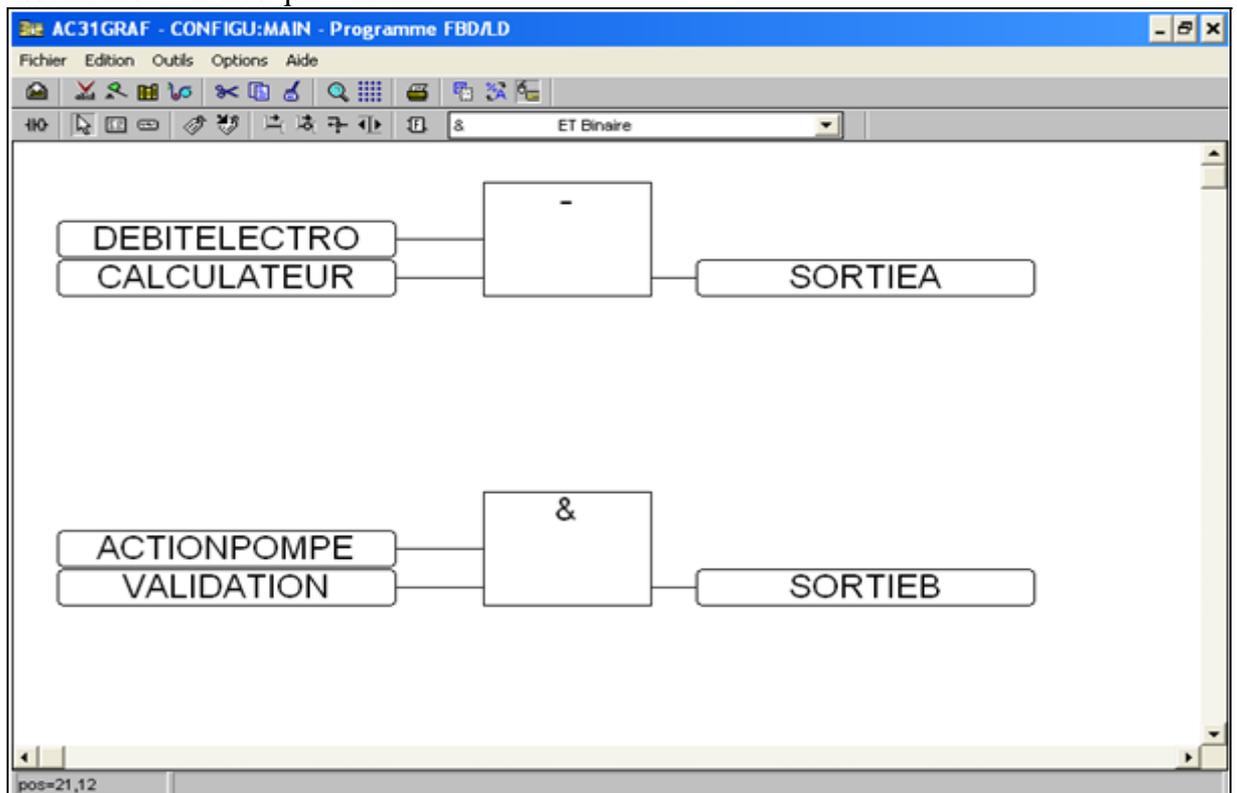


Figure (V.13) : programme de comparaison des entrées et commande de la pompe.

V-2-2) Vérification et Compilation du programme :

La vérification et compilation du programme se fait par le bouton « **vérifier le programme** ».

- Le bouton « **Vérifier** » permet de vérifier le programme.
- Le bouton « **Compiler** » permet de compiler le programme.

On obtient la fenêtre ci après :

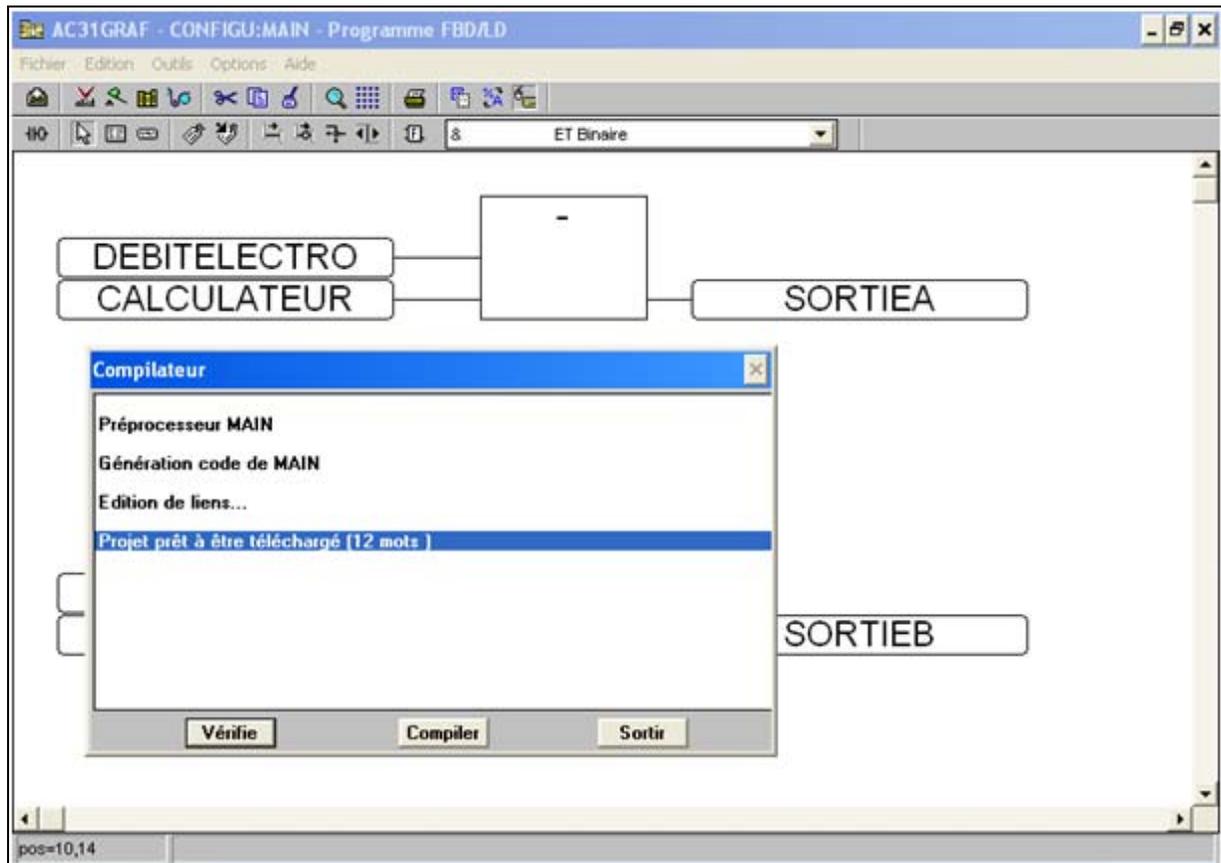
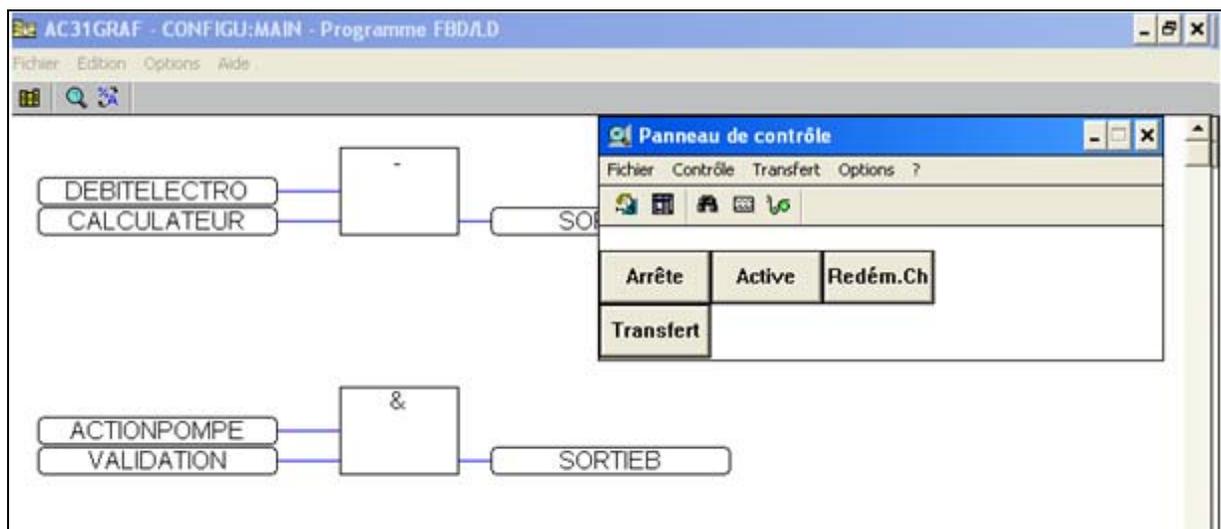


Figure (V.14) : vérification et compilation du programme

V-2-3) Communication avec l'automate :

La communication avec l'automate se fait par l'icône: « **communication automate** » et puis le transférer.



Figure(V.15) : Fenêtre de téléchargement du programme.

On clique sur « **Transfert** » pour télécharger le programme, puis sur « **Active** » pour le lancer.

V- 3) Création du projet sous WebAccess :

Dans ce qui suit on décrit les différentes étapes suivie pour la création de notre projet sous WebAccess, et pour cela on a suivi les étapes que celles cités dans le chapitre IV, on a commencé par :

1)- Recueil d'information :

a)- Le protocole de transmission : Le protocole de transmission utilisé dans notre cas est le *MODICON MODBUS RTU*.

b)- Les adresses et étiquettes du périphérique (Automate) : Les différentes adresses utilisées dans l'automate sont :

N° du module	Adresse	Etiquette
Module Principal	62	00
1 ^{er} Module d'extension	63	04
1 ^{er} Module d'extension	63	05

Tableau V-2 : les adresses et étiquettes des E/S de l'automate.

c)- Port de transmission physique : Le port de transmission sur lequel se fait la communication est le port série *COM2*.

d)- Adresse IP : L'adresse IP du serveur SCADA est *192.168.1.1*

2- Démarrer Internet Explorer

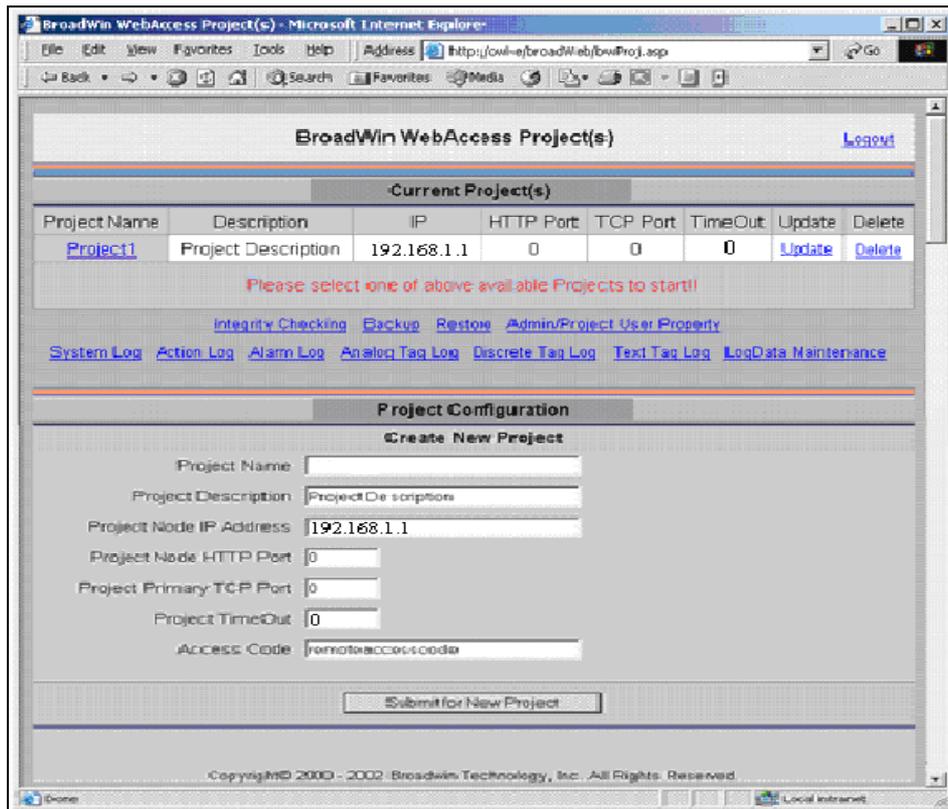
Le lancement du logiciel WebAccess se fait en cliquant sur « Internet explorer ».

3- Démarrer WebAccess

Une fois Internet Explorer est démarré, dans la barre d'adresse on introduit :

127.0.0.1, qui nous donne accès à la page d'accueil de WebAccess.

Pour accéder au gestionnaire de projets, on clique sur le bouton « **Webaccess configuration** » puis sur « **login** » la fenêtre « **Create New Project** » ci-dessous apparaît.



Figure(V.16) : Création d'un nouveau projet.

4) Créer le Nœud Projet :

Dans la partie haute de la page présentée dans la figure VI -12, on trouve les noms des projets courants et en bas de cette page, on a les différents champs à remplir pour créer un nouveau projet, pour cela on a donné :

- Un nom au projet : **Projet mesure.**
- Adresse IP du serveur : **192.168.1.1.**
- Port http du Nœud projet : **0.**
- Port TCP du Nœud projet : **0.**
- Délai d'attente projet : **0.**

5) Création du Nœud SCADA :

Dans le nœud projet créé, on clique sur «Ajouter nœud SCADA». Dans la fenêtre ci-dessous on configure les champs importants

Rafraichir noeud SCADA [Annuler] Soumettre			
Nom noeud	Débitmétrie		
Description noeud	Mesure de débit		
Adresse IP noeud SCADA	192.168.1.1		
Port TCP primaire	0	Port TCP secondaire	0
Délai d'attente noeud	0		
Code d'accès à distance			
Retype Remote Access Code			
Serveur e-mail sortant (SMTP)	192.168.1.1	Port email	0
De			
Envoyer rapport email à			
Copie rapport email			
A e-mail alarme			
Cc e-mail alarme			
Répondre Acq. à e-mail alarme	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune		
Script générique via e-mail	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune		
Code sécurité scripts génériques			
Retype Global Script Security Code			
Serveur e-mail entrant (POP3)		Port email	0
Nom compte email			
Mot de passe email			
Retype Email Password			
Vérifier e-mail chaque	60	Secondes	
Voix alarme	Aucun		
Archivage alarme	Vers ODBC : <input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune	Vers Imprimante : Désactiver	Vers Fichier : <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> A
Priorité d'Archive Alarme Minimale	Vers ODBC : 0	Vers Imprimante : 0	Vers Fichier : 0
Archivage d'action	Vers ODBC : <input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune	Vers Imprimante : Désactiver	Vers Fichier : <input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> A
Archivage vers ODBC	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Aucune		
Disable All Second Data Log	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune		
Dossier archivage	C:\Archives (Réseau partagé ou Dossier local, exemple: \\Serveur\Dossier partagé. Blanc l'emplacement par défaut.)		
Option de démarrage	<input checked="" type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Kernel <input type="radio"/> Kernel avec Vue		
Intervalle bips	10	Secondes	Fréquence bips 384 Hz
Durée bips	500	Millisecondes	Lignes par page d'archive 55 Lignes
Chaîne de contrôle imprimante			
On line change Tag field reflect to DataBase	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune		
Style d'Affichage Courbes Temps Réel	<input type="radio"/> Défilement Continu <input checked="" type="radio"/> Interval.Poste		
Désactiver Touches Commutation de Tâches	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune		
Sync Temps avec Nœud Projet	<input type="radio"/> Oui <input checked="" type="radio"/> Aucune		

Figure (V.17) : Page de configuration du nœud SCADA.

Dans cette page on a configuré les champs suivants :

- Nom nœud : **Débitmétrie.**
- Description nœud : **Mesure de débit.**
- Adresse IP du nœud SCADA : **192.168.1.1.**

NB : Pour les autres champs, il y a ceux qui apparaissent par défaut tel que le « port TCP primaire », « port TCP secondaire » et « délais d'attente nœud », ils reprennent les même configurations que celles choisies précédemment dans la configuration du projet. Comme il y a d'autres champs qui correspondent à la configuration sous réseau internet tel que les champs des emails, d'autres champs pour l'archivage des données et les bases de données ODBC et d'autres pour la configuration des alarmes qu'on n'a pas configuré dans notre projet.

6) Création du port de communication :

La création du port de communication se fait par le bouton « **Ajouter port com** » et on voit apparaître la fenêtre ci-dessous :

Rafraichir port com [Annuler] Soumettre	
Nom interface	SERIAL
N° port com	2
Description	Port série COM2
Débit com.	9600 bps
Bit de donnée	<input type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 8 bits
Bits d'arrêt	<input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 bits
Parité	<input checked="" type="radio"/> Aucun <input type="radio"/> Impair <input type="radio"/> Impair
Heure scrutation	1 <input type="radio"/> Millisecondes <input checked="" type="radio"/> Deuxième <input type="radio"/> Minute <input type="radio"/> Heure
Délai Attente	1100 Millisecondes
Nombre d'essais	3
Temps récupération auto.	5 Deuxième
LiaisonRTS	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Aucune
LiaisonDTR	<input checked="" type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Aucune
Sauvegarde N° port	0
[Annuler] Soumettre	

Figure(V.18) : Page de configuration de port de communication.

Les champs qu'on a configurés sont :

- Nom interface : **SERIAL.**
- N° port Com : **2.**
- Description : **Port série COM2.**
- Débit Com : **9600 Bps.**
- Bit de données : **8 bits.**
- Bits d'arrêt : **1 bits.**
- Parité : **Aucune.**
- Heure scrutation : **1 Deuxième.**
- Délais d'attente : **1100ms.**
- Nombre d'essais : **3.**
- Temps récupération auto : **5 Deuxièmes.**

7) Création du périphérique :

Le périphérique à créer dans notre cas est l'automate, pour cela on doit sélectionner « **Ajouter périphérique** ».

On voit apparaître la figure ci-dessous.

Propriété périphérique			
Nom périphérique	<input type="text" value="Automate"/>		
Description	<input type="text" value="Automate ABB"/>		
Numéro d'unité	<input type="text" value="2"/>		
Type périphérique	<input type="text" value="Modicon"/>		
Non utilisé	<input type="text"/>		
Non utilisé	<input type="text"/>		
Non utilisé	<input type="text"/>	Non utilisé	<input type="text"/>
Non utilisé	<input type="text"/>	Non utilisé	<input type="text"/>

Figure(V.19) : Page de configuration du périphérique.

Les champs configurés sont:

- Nom périphérique : **Automate**.
- Description : **Automate ABB**.
- Type périphérique : **Modicon**.

8) Création des étiquettes d'entrées/sorties :

Dans ce qui suit on va créer toutes les étiquettes d'entrées :

Les étiquettes d'entrées sont:

- a) Calculateur.
- b) Le débitmètre électromagnétique.

L'étiquette de sortie :

- c) Pompe.

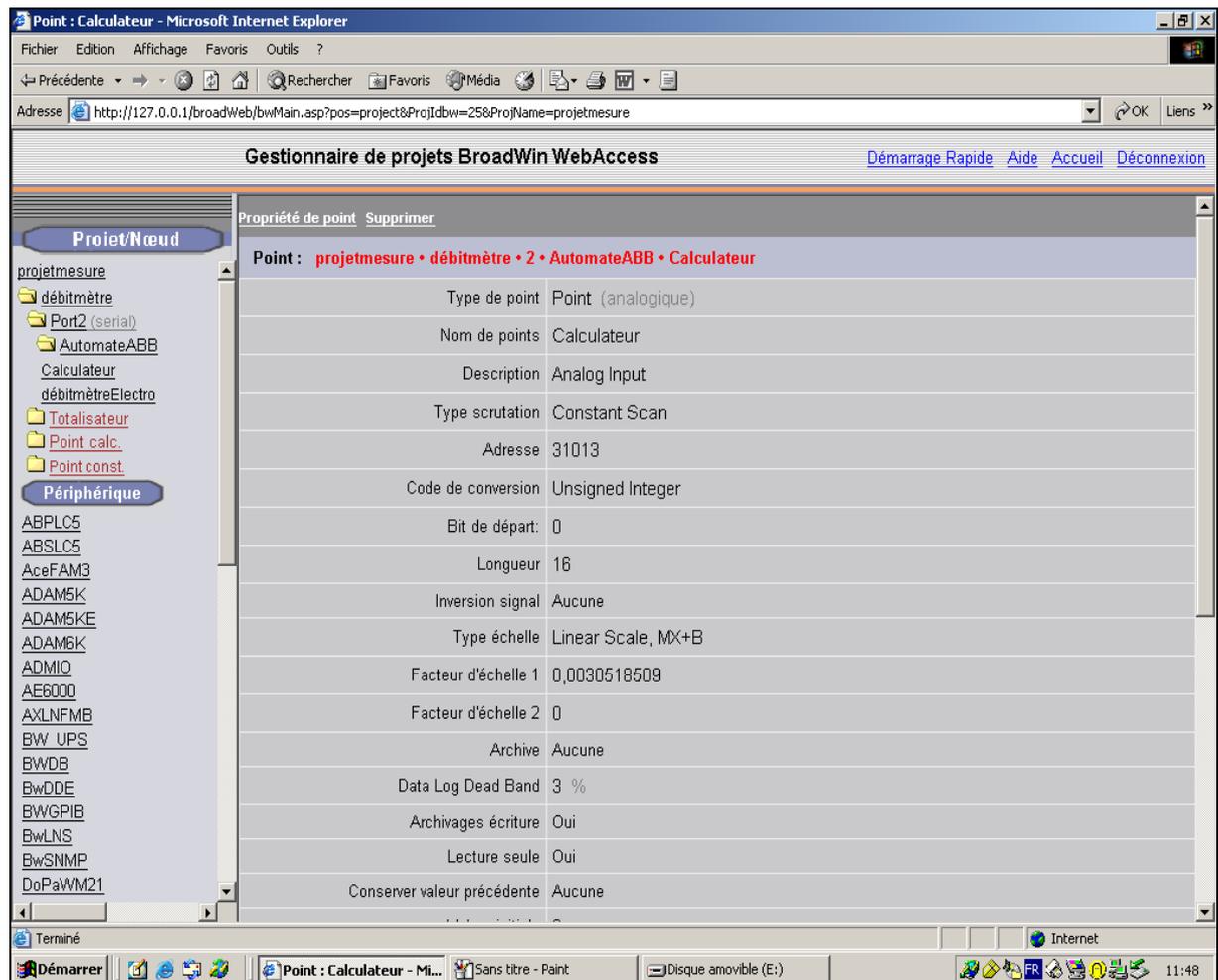


Figure (V.20) : création d'étiquette du calculateur

a) les différents points créés sont des points analogiques, on commence par le point du calculateur :

- Type de point : on sélectionne **AI** (Analog Input).
- Alarme : on sélectionne **Aucune alarme** (dans notre cas on a pas configuré d'alarmes).
- Nom du point : **Calculateur**
- Description : **inalog Input**.
- Type scrutation : **Constant Scan**.
- Adresse : **31013**. (voir chapitre III)
- Type d'échelle : **Linear scale Mx+B**.

Facteur d'échelle 1 : **0,0030518509**.

- Facteur d'échelle 2 : **0**.

Unité physique : **L/min**.

b) même procédure Pour la configuration du débitmètre électromagnétique, on procède de la même façon que le débitmètre Coriolis à l'exception :

- Nom du point : **débitmètre Electro**.
- Adresse : **31014**.

- c) Pour configurer la pompe on procède de la même façon que le calculateur, mais au lieu de Analog Input, on sélectionne Discret output "DO".
- Nom du point : **Pompe**.
 - Description : **Commande de la pompe**.
 - Adresse : **48197**.

9) Création des points totalisation :

Figure(V.21) : configuration de la totalisation.

- Type de point : **totalisation**
- Nom de point : **Volume1**
- Nom point source : **Calculateur**
- Fréquence cumulation : **1 s**
- Facteur de division : **60**

Même chose pour le deuxième point sauf que :

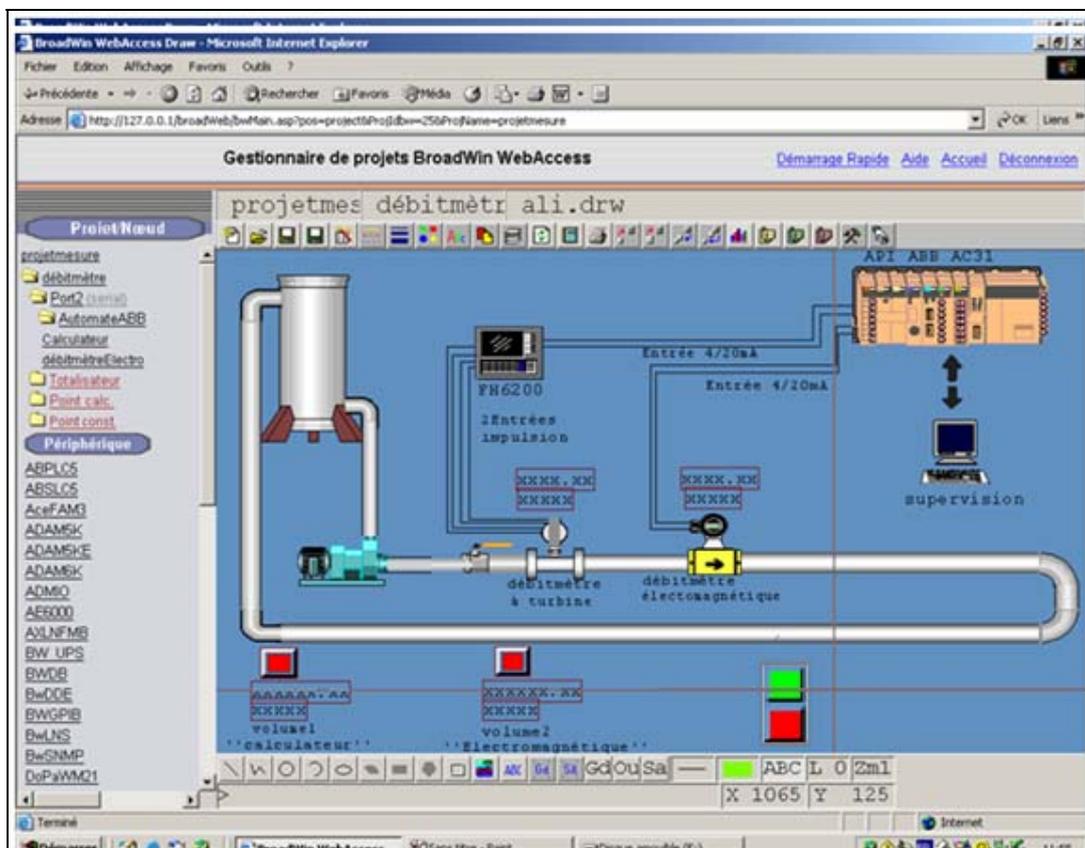
- Nom de point : **Volume 2**
- Nom point source : **débitmètre Electro**

10) Création du synoptique :

Pour la création du schéma synoptique on clique sur l'icône « **Démarrer Draw** ».

Dans la barre d'outils on clique sur « **librairie** » contenant les différents composants nécessaires à la création d'un schéma synoptique.

Après avoir inséré les différents éléments constituant notre procédé, on aboutit à ce qui suit :



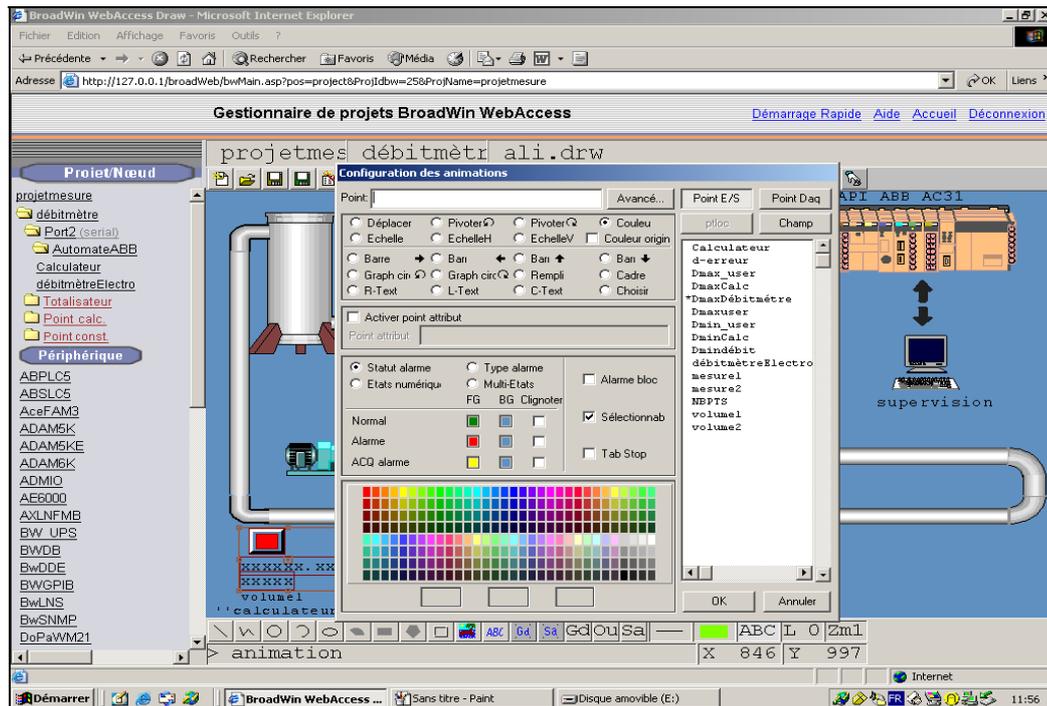
Figure(V.22) : création de la synoptique de notre banc de mesure.

a) Animation de la synoptique :

Pour animer notre schéma synoptique, on procède de cette manière :

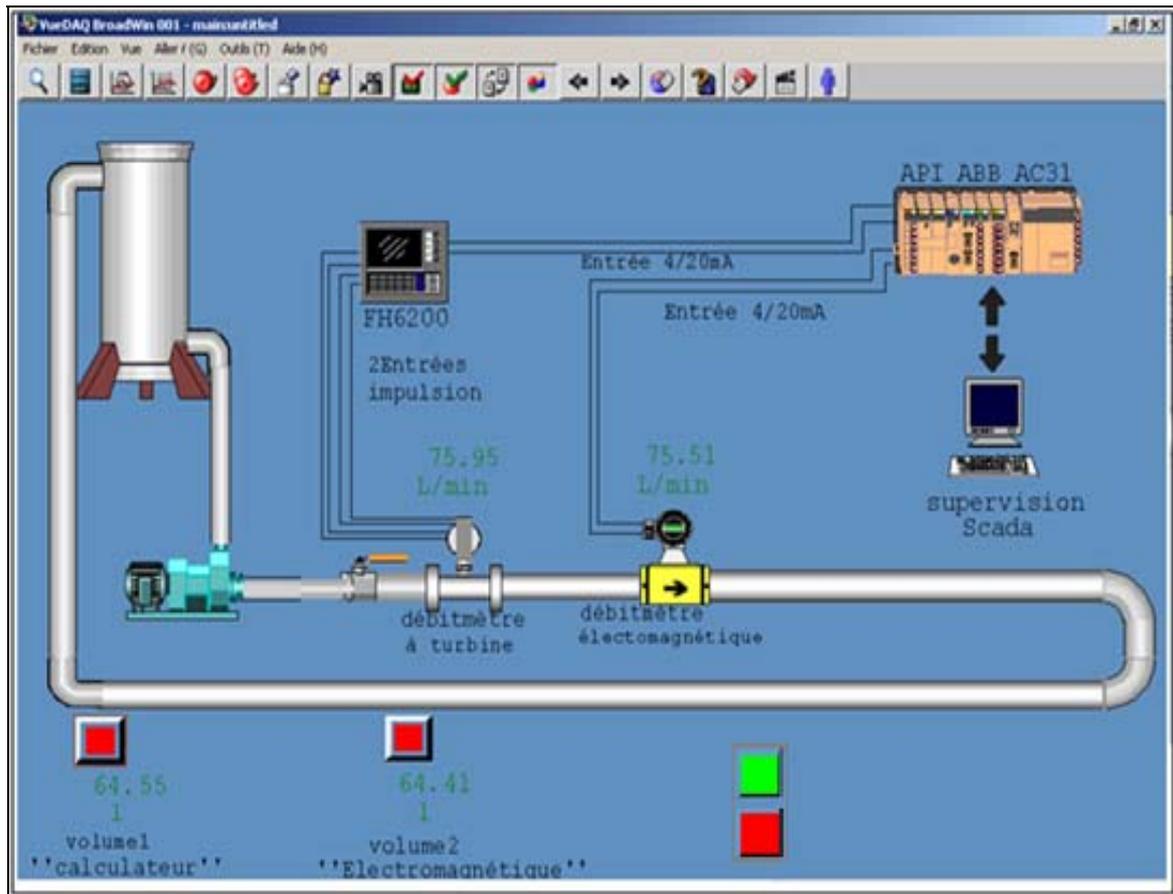
- 1)- Cliquer sur « **ABC** » dans la barre d'outils.
- 2)- Positionner le curseur près de l'élément destiné à être animé.

3)- Saisir les caractères **xxxx** pour animer à la fois la valeur mesurée et son unité physique.



Figure(V.23) : animation de la synoptique.

b) **Visualisation de la mesure :** Après avoir effectué différentes étapes nécessaires à la création d'un projet sous Webaccess on aura le schéma synoptique final



Figure(V.24) : Supervision en temps réel.

Dans une démarche structurée nous avons entamée notre travail par une présentation des généralités qui nous ont permis de mieux se familiariser avec les différents constituants de la chaîne tels que: les transmetteurs (le débitmètre électromagnétique COPA XL) comme étalon, le calculateur FH 6200 qui fait la mesure et le comptage transactionnel , puis on a passé à la programmation de l'automate programmable ABB par le logiciel *AC 31 GRAF* pour but de commander la pompe et faire la comparaison de deux mesures. Et finir par la supervision de la mesure et le comptage en temps réel par le logiciel de supervision WebAccess.

Nous avons constaté que c'est dans un environnement de diversité technologique des différentes installations que nous avons élaboré Ce travail nous a permis de concrétiser nos connaissances théoriques dans le domaine pratique .En effet, nous avons développé la plate-forme de contrôle et de supervision (SCADA) que nous avons appliqué à notre chaîne de mesure et comptage débit liquide. Cette réalisation a nécessité l'utilisation de plusieurs outils tels que le logiciel de configuration FC config pour FH 6200 et le logiciel AC31Graf pour la programmation de l'automate et celui de la supervision Webaccess.

Durant notre projet De nouvelles connaissances ont été acquises en ce qui concerne les instruments intelligents qui jouent un rôle majeur dans notre banc de mesure et comptage de débit liquide. Sans oublier de prendre en compte l'assurance de la sécurité et la fiabilité des composants pour garantir un bon fonctionnement du procédé, notre système de mesure étant une application de laboratoire, mais c'est une simulation pratique d'un système de mesure industriel utilisé dans le secteur de l'industrie des hydrocarbures.

Pour améliorer notre système de mesure , nous proposons comme perspectives :

- Associer des capteurs de température et de pression avec le calculateur de comptage pour arriver au copmtage transactionnel réel pour la comercialisastion.
- Associer des systèmes d'alarmes réagissant dans le cas de passage d'un débit dépassant la limite haute et la limite basse.
- Associer à la boucle des capteurs détecteurs d'incendie dans le cas d'une mesure de gaz ou d'un liquide inflammable.

Bibliographie

Livres :

[1] : G.Asch et coll : « les capteurs en instrumentation industriel » ,DUNOD , paris 2006

[2] :J.M.Toulotte : « dispositif de commande en temps réel »

[3] : G.Asch: « Acquisition de données : Du capteur à l'ordinateur »,DUNOD,paris 1999

[4] :T.T.Lang : « L'électronique dans les technique de mesure »,T de l'ingénieur 1984

[5] :J.N. STAUB : «Débitmètres électromagnétiques »,T de l'ingénieur 1994

[6] :D. MÉTIVIER : « Débitmètres à turbine pour liquides », T de l'ingénieur 1994

Mémoire fin d'étude :

[7] Z. Malki, H. Aliche « **Supervision sous WebAccess d'un processus industriel commandé par automate** ».U.M.M.Tizi-Ouzou, promotion 2007.

Fichiers IAP

[8] **Contrôleur Advant 31**: Documentation Technique Pour série 40 et série 50

[9]: **manuel d'exploitation** : calculateur de comptageFH6200 version 1221 105(Faure Herman).

[10] **WebAccess braodwin engineering manual software power automation.2006.**

Site Internet

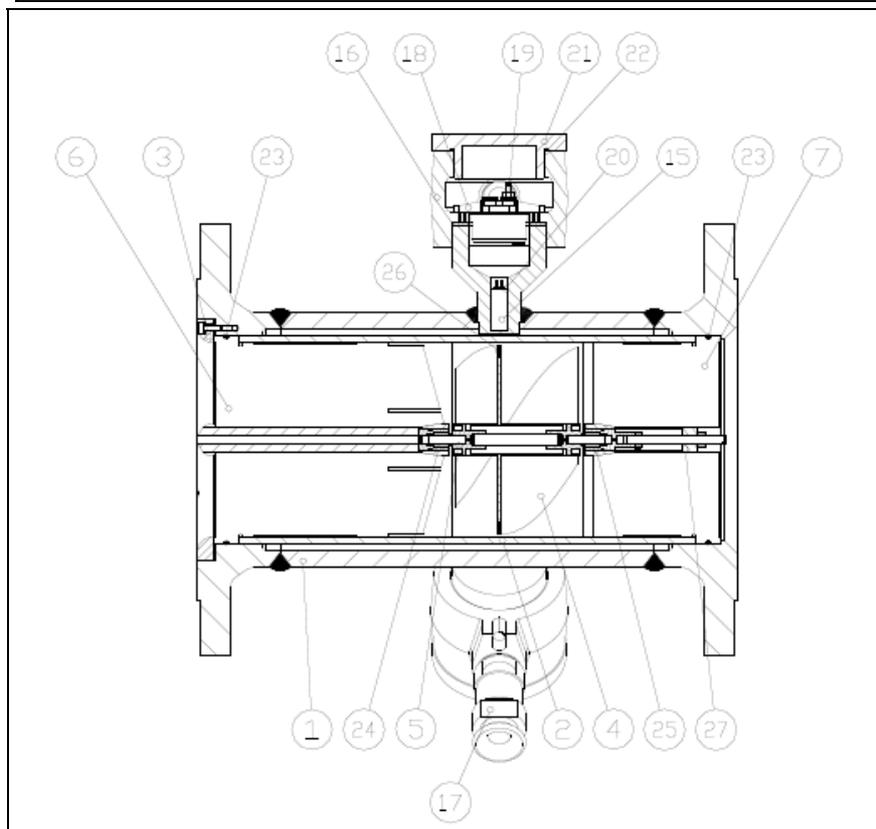
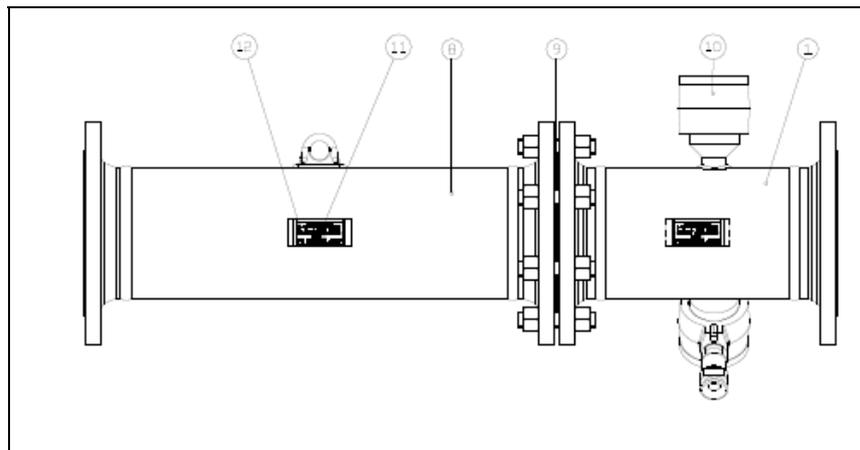
[11] www.abb.com

[12] www.broadwin.com.

[13] www.hartcomm.com.

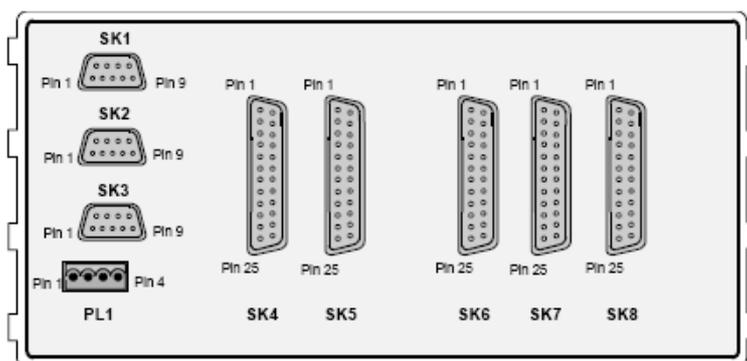
[14] www.faureherman.com.

Schéma fonctionnel de débitmètre à turbine et leur raccordement avec calculateur FH6200



1	Corps	8	Tranquilliseur	15	Bobine	22	Joint
2	Sous ensemble de mesure ou ajustage	9	Face de joint	16	Boîtier anti-déflagrant	23	Jonc de maintien
3	Bague de maintien amont	10	Bossage	17	Presse étoupe	24	Palier fixe
4	Hélice	11	Fleche de sens d'écoulement	18	Préamplificateur	25	Palier réglable
5	Axe	12	Plaque indicatrice	19	Presse étoupe	26	Aimants
6	Croisillon amont			20	Bague	27	Ecrrou de réglage
7	Croisillon aval			21	Boîtier anti-déflagrant		

-Connections et raccordement du FH6200 version ‘Sud D’ :



Face arrière de calculateur FH6200 (connecteur femelle Sud D)

Tableau 1 : Affectation des connecteurs Sub-D									
Broche	PL1	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6	SK7	SK8
1	E		Com2 Rx/Tx+	Com3 Rx/Tx+	ETOR 1	STOR2	Turb 1+	Ana out 1	PRT3 pwr+
2	E	Com1 Tx	Com2 Tx	Com3 Tx	ETOR 2	STOR 3	Turb 1-	Ana out 2	PRT3 sig +
3	(Alim) 0V	Com1 Rx	Com2 Rx	Com3 Rx	ETOR3	STOR 4	Turb 2+	Ana out 3	PRT3 sig -
4	+Vcc				ETOR 4	STOR 5	Turb 2-	Ana out 4	PRT3 pwr-
5		0V	0V	0V	ETOR 5	STOR 6	Turb 3+	Ana out 5	PRT4 pwr+
6					ETOR 6	STOR 7	Turb 3-	Ana out 6	PRT4 sig +
7			Com2 CTS	Com3 CTS	ETOR 7	STOR 8	Turb 4+	Ana out 7	PRT4 sig -
8			Com2 RTS	Com3 RTS	ETOR 8	STOR 9	Turb 4-	Ana out 8	PRT4 pwr-
9			Com2 Rx/Tx-	Com3 Rx/Tx-	ETOR 9	STOR 0V			Ana in 5+
10					ETOR 0V	Pulse out 1	Turb Vcc+	Ana out com	Ana in 5-
11						Pulse out 2	Turb Vcc+	Ana out com	
12					Alarm NO	Pulse out 3	Turb Vcc-	Ana out com	+24 V DC
13					Alarm com	Pulse out 0V	Turb Vcc-	Ana out com	0 V DC
14					ETOR 10	STOR 10	Dens 1+	PRT1 pwr+	Ana in 8+
15					ETOR 11	STOR 11	Dens 1-	PRT1 sig +	Ana in 8-
16					ETOR 12	STOR 12	Dens 2+	PRT1 sig -	Ana in 7+
17					ETOR 13	STOR 13	Dens 2-	PRT1 pwr-	Ana in 7-
18					ETOR 14	STOR 14	Dens 3+	PRT2 pwr+	Ana in 8+
19					ETOR 15	STOR 15	Dens 3-	PRT2 sig +	Ana in 8-
20					ETOR 16	STOR 16	Dens 4+	PRT2 sig -	Ana in 9+
21						STOR 17	Dens 4-	PRT2 pwr-	Ana in 9-
22						STOR 0V	+24 V DC	Ana out com	Ana in 10+
23					ETOR 0V	Pulse out 4	+24 V DC	Ana out com	Ana in 10-
24						Pulse out 5	0 V DC	Ana out com	+24 V DC
25					Alarm NC	Pulse out pwr	0 V DC	Ana out com	0 V DC

Nota 1 : ‘STOR1’ qui n’est pas mentionné ici correspond au relais d’alarme (voir son contact ‘Alarm’ sur SK4 : ‘Com’ – ‘NO’ – ‘NC/NF’).

Nota 2 : la masse appelée ‘Ana out com’ (sur SK7) est isolée des autres masses.

Nota 3 : les masses appelées ‘0VDC’ = ‘Turb Vcc-’ (sur SK6, SK8) sont isolées des autres masses.

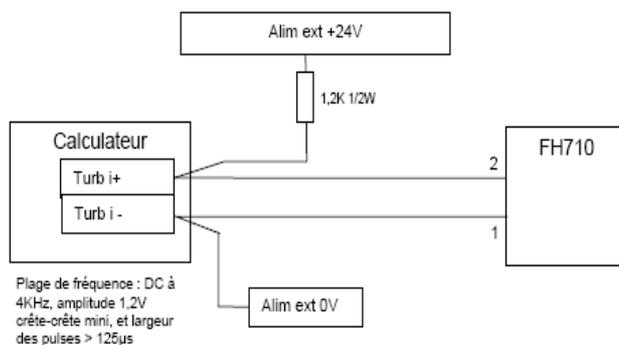
Nota 4 : la masse appelée ‘ETOR 0V’ (sur SK4) est isolée des autres masses.

Nota 5 : les masses appelées ‘STOR 0V’ = ‘Pulse out 0V’ = ‘0V’ (PL1, SK1, SK2, SK3, SK5) sont isolées des autres masses. Attention, cette masse commune est cependant reliée à la ‘masse mécanique’ du boîtier, c’est-à-dire ‘la terre de protection’, au travers d’un strap de configuration soudé sur la carte d’interconnexion du FH6200 supportant les connecteurs.

Récapitulatif des alimentations et masses électriques :

Tableau 2 : Alimentations et interconnexions des masses électriques							
Tensions d'alimentation et références de tension.		Umin (Vdc)	UMax (Vdc)	Imax (A)	Connecteurs de face arrière	REMARQUES	LIAISONS INTERNES
Entrée	+Vcc / 0V	21	30	2	PL1 - SK1-2-3	Alimentation principale (Max 2A en pointe au démarrage)	
Sortie	+24VDC / 0VDC	24		0.8	SK6 - SK8 ou PL5 et PL9	Alimentation d'instrumentation	
Sortie	Turb Vcc+ / Turb Vcc-	8		0.12	SK6 ou PL4	Dip switch de la carte alimentation sur 8V	
Sortie	Turb Vcc+ / Turb Vcc-		16	0.12	SK6 ou PL4	Dip switch de la carte alimentation sur 16V	
Entrée	« Pulse out pwr »		(40)		SK5 ou PL3	Obligatoire si Sorties Pulses utilisées.	
-	0V				PL1 - SK1-2-3	0V (Alimentation principale par PL1)	
-	Pulse out 0V				SK5 ou PL3	Pour Sorties Pulses.	
-	STOR 0V				SK5 ou PL2	Pour Sorties TOR.	
-	Masse mécanique				Plot à visser	Chassis / Mise à la terre obligatoire.	
-	Turb Vcc-				SK6 ou PL4		
-	0VDC				SK6 - SK8 ou PL5 et PL9		
-	ETOR 0V				SK4 ou PL3	Isolée, pour entrée TOR.	
-	Ana out com			(0.2)	SK7 ou PL6	Isolée, pour sorties Analogiques.	

4. Raccordement des entrées impulsion (Turbine) :



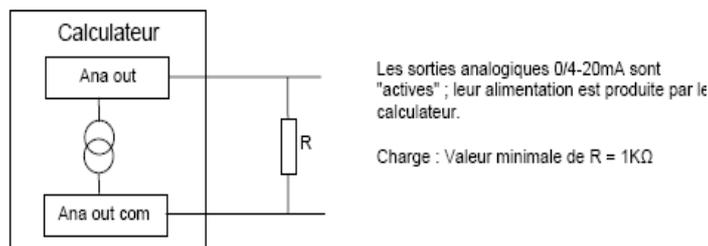
Raccordement Entrées impulsions turbine avec alimentation externe (Principe recommandé avec préamplificateur FH710, 2 fils par exemple)

Nota : L'utilisation des sorties alimentation (Turb Vcc+ / Turb Vcc -) est éventuellement possible pour l'utilisation des préamplificateurs de type FH71X. La tension est sélectionnable soit 8V, soit 16V à partir d'un switch placé sur la carte alimentation du FH6200 (mais cette configuration ne peut être faite qu'en usine).

Pour une turbine délivrant un double train d'impulsions (pour lequel l'intégrité du signal est contrôlé par le calculateur suivant la norme ISO6551), les entrées 1 et 2 seront utilisées (Turb 1+ / Turb 1 -) et (Turb 2+ / Turb 2 -).

Dans le cas d'une seconde turbine à double train d'impulsions, les entrées 3 et 4 seront utilisées, (Turb 3+ / Turb 3 -) et (Turb 4+ / Turb 4 -).

Raccordement des sorties analogiques :



Raccordement des sorties analogiques

Configuration du mode de comptage /débit

Nature du produit	Texte paramétrable, non fonctionnel
Mode de comptage	Définir le mode de comptage « à la volée » ou « par lot » du calculateur
Base calcul écart	Définit le nombre de pulses pour effectuer les cycles de calcul des écarts entre les deux mesureurs, cette valeur peut être fixée à 2000, 4000, 8000 et 16000 impulsions
Seuil bas Al hyd Seuil haut Al hyd	Définissent les seuils mini et maxi pour la gestion des alarmes hydraulique (écart du nombre d'impulsion entre les 2 mesureurs)
Seuil bas Al lour Seuil haut Al lour	Définissent les seuils mini et maxi pour la gestion de l'alarme lourde (écart de nombre d'impulsions entre les 2 mesureurs)
Débit min Al élec Débit maximum	Débit minimum pour la prise en compte des erreurs d'impulsion du ou des mesureurs et valeurs du débit maximum pour les 2 mesureurs ensemble
Param. Prédéterm	Définissent les valeurs de prédétermination
Sorties automate	Définissent les propriétés de sorties TOR pour les contacts d'autorisation de petit et grand débit

Administration

Mise en service	Date et heure de mise en service du FH6200
ID du calculateur	Numéro d'identification du FH6200
Version logiciel	Version du logiciel
Param métrologie	Numéro de certification du type Date de la certification Type de l'appareil
Livraison minimal	Valeur de la livraison minimale en conformité avec la décision d'approbation
Mode Access	Indique le mode local ou distant

Totaliseur

Total. par vois	Totalisateur partiels et nombre d'impulsion de la transaction en cours Totalisateurs généraux Volume en défaut (mesuré lorsqu'un alarme majeure ou mineure est présenté et non effacée)
Vol. total à T & P	Totalisateur général de Volume (Meseur1 + Mesureur2) à P& T
Vol. total à ref	Totalisateur général de volume (Mesureur1 + Mesureur2) aux conditions de référence
Masse tot. à T& P	Totalisateur de masse (Mesureur1 + Mesureur2)
Vol. total défaut	Totalisateur général de volume (mesureur1 + Mesureur2) compté sous défaut ou alarme

Date et heure

Date et heure	Date et heure courante du calculateur
T. cycle courant	Indication du temps de cycle du logiciel (non modifiable)

Débits

Q vol total M1 + M2	Débit volumique total à T & P pour les mesureurs
Q vol par voie	Débit volumique à T & P par mesureur
Q vol défaut	Débit volumique défaut par mesureurs
Q massique M1 + M2	Débit massique total pour les 2 mesureurs
Q mass. par voie	Débit massique par mesureur
Coef. CCF	Coefficient de correction combiné à T & P
Coef. VCF	Coefficient de convention de volume en température

Menu et sous-menus des états de système

Fréquence turbine	Affichage de la fréquence de travail pour chacune des 2 mesureurs
Entrées impulsion	Pour les voies 1 et 2 : Nombre impulsions mesureurs d'impulsion mesurées par cycle logiciel Nombre d'erreurs d'impulsion mesurées par cycle logiciel Temps échantillonnage (cycle logiciel)
Entrée analogique	Visualisation des état et du mode des entrée analogique
Entrée période	Visualisation des états et du mode des entrées mesure de période (entre densimètre)
Status entrée TOR	Statut général Statut individuel pour les entrées 1 à 10
Status sorties TOR	Statut général Statut individuel pour les sorties 1 à 10 (commande opérationnelle seulement pour les numéros 3 à 9)
Sortie comptage	Volume brut
Erreur de comptage	Erreur électronique Nombre d'erreur hydraulique Erreur lourde
Valeur du dispatching	Partie A msb et isb Partiel B msb et isb Débit A + B Reg. d'état FH Reg. de commande Nombre alarme hydraulique Nombre alarme électrique

Contrôle de débit

Q vol maximum	Seul limite de débit maximum à T & P pour alarme
Q vol minimum	Seuil limite de débit minimum à T & P pour en compte des alarmes sur les impulsions des mesureurs
Délai Al deb min	Délai sur le seuil limite de débit minimum
Type de l'alarme	Type de l'alarme généré par les dépassement de seuils (Majeur/mineur/aucune)
Enr. débit maxi	Mémorisation du débit mesuré le plus élevé
Nbr. depassement	Nombre de dépassement du seuil de débit maximum

2) Automate programmable ABB (AC31) :

Caractéristiques techniques :

Les unités AC 31 ont été développées en conformité avec les directives européennes CE, les principales normes nationales et internationales CEI 1131-1 et CEI 1131-2 et la norme produit EN61131-2 concernant les équipements d'automatismes.

	Série 50		
	07 KR 51 24 V d.c.	07 KT 51 24 V d.c.	07 KR 51 120/230 V a.c.
Nombre d'E/S - Entrées binaires intégrées. - Sorties binaires intégrées. - Nombre max. de boîtiers d'extension par unité centrale. - Nombre max. de boîtiers déportés sur le bus CS 31. - Nombre max. d'entrées binaires . - Nombre max. de sorties binaires - Nombre max. d'entrées analogiques. - Nombre max. de sorties analogiques.		8 6 6 - 1096 1046 496 136	
Interfaces - Interface CS 31. - Interface pour : Programmation MODBUS ou ASCII.		Oui 1 RS 232	
Mémoire - Taille mémoire du programme utilisateur. - Mémoire du programme utilisateur et des constantes. - Mémoire de données. - Sauvegarde de données.	16 000 Mots (type: 8 k Instructions) Flash Eprom SRAM	Oui par accumulateur	
Fonctionnalités - Temps d'exécution pour 1koctets . - Bits internes. - Mots internes . - Double mots internes. - Constantes sur mot - Constantes sur mot double - Compteurs : Plage de comptage illimité		0,4 ms 2016 2016 128 496 127 - 32767 à + 32767	

Programmation - Logiciel de programmation - Langage de programmation - Exécution du programme - Sous-programme - Jeu d'opérations : Fonctions de base Fonctions évoluées.	AC31GRAF sous Windows (IEC 1131-3) FBD/LD : Blocs fonctionnels et schéma à contact Quick LD : Schéma à contact IL : Liste d'instructions SFC : Equivalent Grafcet Séquentiel : déclenchement par horloge ou déclenchement par alarme (interruptions) 12 logique, arithmétique, comparaison + de 60
---	--

Variables d'adressage :

Toutes les variables des unités centrales séries 40 ou 50 décrites dans le tableau ci-dessous peuvent être lues ou écrites par le maître MODBUS.

Type de variables	Variables	Adresses MODBUS en hexadécimal	Adresses MODBUS en décimal
Entrées binaires	I 00.00	0000	0000
	I 00.01	0001	0001

	I 00.15	000F	0015
	I 01.00	0010	0016

	I 61.15	03DF	0991
	I 62.00	03E0	0992

	I 62.15	03EF	1007
	I 63.00	03F0	1008

I 68.15	044F	1103	
Sorties binaires	O 00.00	1000	4096
	O 00.01	1001	4097

	O 00.15	100F	4111
	O 01.00	1010	4112

	O 61.15	13DF	5087
	O 62.00	13E0	5088

	O 62.15	13EF	5103
	O 63.00	13F0	5104

O 68.15	144F	5199	

Bits internes	M 000.00	2000	8192
	M 000.01	2001	8193

	M 000.15	200F	8207
	M 001.00	2010	8208

	M 099.15	263F	9791
	M 230.00	2E60	11872
...	
M 254.15	2FEF	12271	
M 255.00	2FF0	12272	
...	
M 255.15	2FFF	12287	
Séquenceurs	S 00.00	3000	12288
	S 00.01	3001	12289

	S 00.15	300F	12303
	S 01.00	3010	12304

S125.15	37DF	14303	

Tableau représente l'Adressage des variables d'entrées.

Type de variables	Variables	Adresses MODBUS en hexadécimal	Adresses MODBUS en décimal
Entrées analogiques	IW 00.00	0000	0000
	IW 00.01	0001	0001

	IW 00.15	000F	0015
	IW 01.00	0010	0016

IW 62.15	03EF	1007	
IW 63.00	03F0	1008	
...	
IW 68.15	044F	1103	
Sorties analogiques	OW 00.00	1000	4096
	OW 00.01	1001	4097

	OW 00.15	100F	4111
	OW 01.00	1010	4112

OW 62.15	13EF	5103	
OW 63.00	13F0	5104	
...	
OW 68.15	144F	5199	
Mots internes	MW 000.00	2000	8192
	MW 000.01	2001	8193

	MW 000.15	200F	8207
	MW 001.00	2010	8208
...	
MW 099.15	263F	9791	

	MW 230.00	2E60	11872
	... MW 254.15	... 2FEF	... 12271
	MW 255.00	2FF0	12272
	... MW 255.15	... 2FFF	... 12287
Doubles mots internes	MD 00.00	4000	16384
	MD 00.01	4002	16386
	... MD 00.15	... 401E	... 16414
	MD 01.00	4020	16416
	... MD 07.15	... 40FE	... 16638
Constantes indirectes sur mot	KW 00.00	3000	12288
	KW 00.01	3001	12289
	... KW 00.15	... 300F	... 12303
	KW 01.00	3010	12304
	... KW 31.15	... 31FF	... 12799
Constantes indirectes sur double mot	KD 00.00	5000	20480
	KD 00.01	5002	20482
	... KD 00.15	... 501E	... 20510
	KD 01.00	5020	20512
	... KD 07.15	... 50FE	... 20734

Tableau représente l'Adressage des variables de sorties.

Tableau – Les indices de protection IP			
Premier chiffre		Second chiffre	
Indice	Description abrégée	Indice	Description abrégée
0	Non protégé	0	Non protégé
1	Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm	1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau
2	Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm	2	Protégé contre les chutes d'eau avec une inclinaison de 15° max
3	Protégé contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm	3	Protégé contre l'eau en pluie
4	Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm	4	Protégé contre les projections d'eau
5	Protégé contre la poussière	5	Protégé contre les jets d'eau
6	Totalement protégé contre la poussière	6	Protégé contre les vagues
		7	Protégé contre les effets de l'immersion
		8	Protégé contre les effets de l'immersion prolongée

Symbole	Description
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
CIAME	Comité Interprofessionnel pour l'Automatisation et la Mesure
FSK	Frequency shift keying (décalage de fréquence)
HART	Highway Adressable Remote Transducer
Q_v	Débit volumique
SI	Système International
V	Vitesse moyenne du fluide
Q_v	Débit-volume
S	Section de la conduite
Q_m	Débit massique
ρ	Masse volumique du fluide
Re	Nombre de Reynolds
D	Diamètre de la canalisation
μ	Viscosité dynamique du fluide
τ	Viscosité cinématique
f	Fréquence
1/K	Poids d'impulsion
K_f	K corrigé en température
K_{fP}	K corrigé en température et pression
M	Masse
V	Volume totalisé
N	Nombre d'impulsion totalisé
K_0, K_1	Coefficient API 2540
CTL	Coefficient de correction du volume en température
CPL	Coefficient de correction du volume en pression
X(T&P)	Mesure de ligne
F	Facteur de compressibilité
LD	Ladder
FBD	Fonction Block Diagram
IL	Instruction ligne
IW	Entrées analogiques
OW	Sorties analogiques
I	Entrées binaires
O	Sorties binaires
M	Bits internes
Mw	Mots internes
K	Constantes sur bit
Kw	Constantes sur mots
MD	Double mots internes
KD	Constantes sur double mots
CRC	Control de Redondance Cyclique
IHM	Interface Homme Machine