

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Télécommunication et réseaux**

*Présenté par*  
**Mohamed TICILIA**

### Thème

**Communication entre une station de pompage et un château  
d'eau en utilisant le réseau GSM au niveau de SEAAL  
d'Alger**

**M<sup>r</sup> Mahmoud BAZIZ**

Ingénieur instrumentiste A, SEAAL , Co-Encadreur

**M<sup>r</sup> Mourad LAHDIR**

Maitre de conférence A, UMMTO, Encadreur

**Soutenu le 22-06-2017 devant le jury d'examen composé de :**

**M<sup>r</sup> LAGHROUCHE Mourad.....Président**

**M<sup>r</sup> IDJERI Boussad..... Examineur**

**M<sup>r</sup> BAZIZ Mahmoud ..... Co-Encadreur**

**M<sup>r</sup> LAHDIR Mourad ..... Encadreur**

**Année universitaire 2016-2017**

## **Remerciements**

*Je tiens à remercier en cette occasion tout le corps professoral et administratif de département de génie électrique et d'informatique de l'université **Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou** pour la richesse et la qualité de leurs enseignements et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.*

*Je tiens à remercier sincèrement mon promoteur **Mr LAHDIR Mourad** pour ses remarques et ses conseils.*

*Je tiens à remercier mon Encadreur **Mr BAZIZ Mahmoud** pour son aide tout au long de la réalisation de ce mémoire, et ses orientations et son soutien.*

*Je remercie vivement les membres du jury, d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je remercie également à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de mon travail*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A la mémoire de mon père*

*A ma très chère mère*

*Mes très chers frères Madjid et Massy auxquels je souhaite une  
bonne réussite dans leurs études et leurs vie.*

*Mes très chers sœurs Zohra, Farida ,Nadia ,fatma*

*Ma fiancée Lilia, à celle que je souhaite une longue vie plein de joie,  
de bonheur et de santé.*

*A Tous mes ami(es) : Arezki chenoune , Sofiane, Lyes ,Lyes.M , Kamel  
,Mouloud.*

*A toute la famille Chenoune.*

*Mohamed*

## *Listes des figures et des tableaux*

## Liste des figures

---

Figure 1 : Station de base.....	2
Figure 2 : Architecture d'un réseau GSM .....	3
Figure 3 : Antenne omnidirectionnelle .....	7
Figure 4 : Diagramme de rayonnement .....	8
Figure 5 : Fréquences de travail du GSM .....	8
Figure 6 : Trame TDMA GSM .....	10
Figure 7 : Architecture d'UMTS .....	10
Figure 8 : Hiérarchie de L'UMTS.....	11
Figure 9 : Routeur H7920 .....	12
Figure 10 : Routeur Ericsson .....	12
Figure 11 : Le maître émet une requête .....	13
Figure 12 : Pompe centrifuge .....	14
Figure 13 : Sonde de niveau .....	15
Figure 14 : Automate programmable M221 .....	16
Figure 15 : l'automate S550 .....	18
Figure 16 : IHM XBT GT7000 .....	18
Figure 17 : Les directions de SEAAL.....	24
Figure 18 : Communications série filaire.....	25
Figure 19 : Trame CSMA/CD.....	28
Figure 20 : Communication hertziens.....	29
Figure 21 : Synoptique général.....	33

## Liste des figures

---

Figure 22 : Configurations de la carte Ethernet .....	34
Figure 23 : Configuration de la carte AI .....	35
Figure 24 : Configuration de la carte GSM .....	35
Figure 25 : Configuration séquence d'appel .....	36
Figure 26 : Communication de S550 avec M221 .....	37
Figure 27 : Communication de S550 avec l'IHM .....	37
Figure 28 : Programme de permutations des pompes.....	40
Figure 29 : Défaut discordance .....	40
Figure 30 : Mode local et distant.....	41
Figure 31 : Fixé l'adresse de PC a 192.168.8.10 .....	41
Figure 32 : Page d'accueil de routeur .....	42
Figure 33 : Changer l'adresse IP du routeur.....	42
Figure 34 : Paramètre de configuration de la puce 3G.....	43
Figure 35 : Etats de réseau 3G .....	43
Figure 36 : Introduction sur l'adresse de passerelle .....	44
Figure 37: Fixé l'adresse IP de M221 .....	44
Figure 38: Adresse IP de PC .....	45
Figure 39: Page d'accueil de routeur .....	46
Figure 40: Changement de l'adresse IP de routeur .....	46
Figure 41: Paramètre de configuration de la puce 3G .....	47
Figure 42: L'état de réseau 3G de routeur .....	47
Figure 43: Introduire la passerelle .....	48

## Liste des figures

---

Figure 44: Configuration de Modbus TCP de M221.....	48
Figure 45: Configurations de Modbus TCP de S550 .....	49
Figure 46: Page d'accueil .....	50
Figure 47: Les différents blocs de synoptique .....	51
Figure 48: États pompe 1 .....	51
Figure 49: Défaut pompe 1 .....	52
Figure 50: Permutation entre les deux pompes .....	52
Figure 51: Pompe 2 en marche.....	53
Figure 52: Défaut discordance de la pompe 2.....	53
Figure 53: Pompe 1 marche.....	54
Figure 54: Mode local.....	54
Figure 55 : Modification des seuils .....	55

## Liste des tableaux

---

Tableaux 1 : caractéristique de la pile .....	16
Tableaux 2 : connecteur de la liaison RS232.....	26
Tableaux 3 : niveau de signaux.....	26

Introduction .....	1
<b>Chapitre I : Généralités</b>	
I ) Préambule .....	2
I.2) Réseau GSM.....	2
I.2.1)La cellule et sa station de base.....	2
I.2.2)Architecture d'un réseau GSM .....	3
I.2.3)Antenne GSM.....	7
I.2.4)Les fréquences de travail du GSM.....	8
I.2.5)Le multiplexage temporel .....	9
I.3) Le réseau 3G (UMTS) .....	10
I.3.1) Hiérarchie de L'UMTS .....	11
I.4) les Routeur .....	12
I.4.1) Routeur H7920 .....	12
I.4.2) Routeur Ericsson W25.....	12
I.5) Le Modbus.....	13
I.5.1) Format général d'une trame .....	14
I.6) Pompe centrifuge .....	14
I.7)Sonde de niveau .....	15
I.8)Automate programmable industriel (API) M221 .....	16
I.9)Automate S550 .....	17
I.10)IHM XBT GT7000 .....	18
I.11) Logiciel SOFTTOOLS.....	19
I.12)Logiciel SoMachine.....	20

I.13 )Langage Ladder .....	20
I.14 )logiciel Vijeo Designer .....	21
I.15 )Discussion .....	21

## **CHAPITRE II : Description de système de communication au niveau de SEAAL**

II.1) Préambule .....	22
II.2) Présentation de l'entreprise SEAAL .....	22
II.2.1) Statut de SEAAL .....	23
II.3) Communication série filaire .....	25
II.3.1) Liaison série « logique » .....	25
II.3.2.)Liaison RS232 .....	26
II.3.3) Liaisons RS422, RS485.....	27
II.4) Communication Ethernet norme IEEE 802.3 i .....	27
II.4.1) Collision Détection (CD) .....	27
II.5 ) Communication hertziens .....	29
II.5.1) Domaine d'application .....	29
II.5.2) Intérêt et inconvénient.....	30
II.6) Discussion .....	31

## **CHAPITRE III : Développement de la communication entre une station de pompage et un château d'eau en utilisent le réseau GSM**

III.1) préambule.....	32
III.2) Principe de l'application .....	32
III.3) Communication de l'automate S550 .....	34
III.3.1) Carte Ethernet 10BT .....	34
III.3.2) Carte analogique input (4AI) .....	34
III.3.3) Envoi d'alerte de l'automate S550 .....	35

III.3.3.1) Configuration de la carte GSM .....	35
III.3.4) Communication de S550 avec le M221 .....	36
III.3.5) Communication de S550 avec l'IHM .....	37
III.4) programmation de M221 .....	38
III.4.1) Permutation des pompes .....	39
III.4.2) Défaut discordance .....	40
III.4.3) Mode télégestion .....	41
III.5) Communication M221 avec l'IHM.....	41
III.5.1) Configuration de routeur 3G .....	41
III.6) Communication de IHM avec le s550 et M221 .....	45
III.6.1) Configuration de routeur 3G .....	45
III.7) Présentation de l'application .....	50
III.7.1) La page d'accueil .....	50
III.7.2)Les différents bloc de synoptique générale de l'application .....	51
III.7.2.1) Mode distant .....	51
III.7.2.2) Mode local .....	55
III.8) Discussion .....	56
Conclusion .....	57

Bibliographie

Annexes

# Introduction

---

L'entreprise SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger) a toujours cherché des solutions convenable afin de minimiser le débordement d'eau et de faciliter l'opération de gestion des stations de pompages.

Dans les années précédentes, SEAAL a toujours utilisé la communication filaire pour interconnecter ces différents équipements permettant ainsi de relier les différents châteaux d'eau avec les stations de pompage afin de contrôler le niveau d'eau, d'éviter le débordement et de gérer les systèmes.

Bien que cette solution est utilisable mais cela ne veut pas dire qu'elle est fiable, car elle présente beaucoup d'inconvénients comme son utilisation dans les distances limités, et les ruptures des câbles.

Afin d'améliorer son système en terme de coût et de distance, nous avons développé une nouvelle approche de communication en utilisant le réseau GSM avec les différents équipements comme l'automate M221 et S550, les routeurs et les interfaces IHM.

Le présent travail est structuré en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, je présente l'ensemble des outils logiciels et matériels qui seront utilisé pour développer notre application.

Dans le second chapitre, je décris les différents types de communications utilisées par l'entreprise SEAAL.

Dans le dernier chapitre, je développe l'application de communication d'une station de pompage et d'un château d'eau en utilisant le réseau GSM.

Je termine mon mémoire par une conclusion ainsi que par des perspectives permettant d'améliorer ce travail.

# ***CHAPITRE I***

## ***Généralités***

## I. Préambule

La télécommunication connaît actuellement un succès très important dans le domaine industriel ou chaque entreprise possède un ou plusieurs systèmes de communication qui véhiculent les différentes informations plus rapidement nécessaires à sa vie et à son développement.

Avant de développer la partie pratique de ce travail, il est nécessaire de définir dans ce premier chapitre, tous les équipements et logiciels, afin de mieux comprendre la suite de notre travail.

## I.2. Réseau GSM

Un réseau GSM est de type cellulaire, c'est-à-dire composé d'une multitude d'émetteurs-récepteurs radio, chacun d'entre eux définissant une cellule, soit une zone où le service GSM est accessible aux terminaux qui y sont présents.

### I.2.1. La cellule et sa station de base

Dans un réseau GSM, le territoire est découpé en petites zones appelées cellules, chaque cellule est équipée d'une station de base munie de ses antennes installées sur un point haut (château d'eau, immeuble ...).

Les cellules sont dessinées hexagonales mais la portée réelle des stations dépend de la configuration du territoire arrosé et du diagramme de rayonnement des antennes d'émission [1].



**Figure 1 : Station de base**

## I.2.2. Architecture d'un réseau GSM

L'architecture d'un réseau GSM se décompose en trois sous-systèmes [1]:

### ❖ Le sous-système radio (BSS)

Il gère la partie radio des communications et se compose d'émetteurs-récepteurs radio (BTS) contrôlés par une BSC.

### ❖ Le sous-système réseau (NSS)

Il gère le traitement des appels, la mobilité et l'acheminement de/vers les réseaux filaires. Il se compose de commutateurs radio (MSC) et d'un certain nombre de bases de données HLR et VLR.

### ❖ Le sous-système exploitation

Il contrôle les droits d'accès au réseau, les droits des usagers et assure l'interface homme-machine d'exploitation. Il gère aussi le maintien en conditions opérationnelles du réseau et la remontée des alarmes.

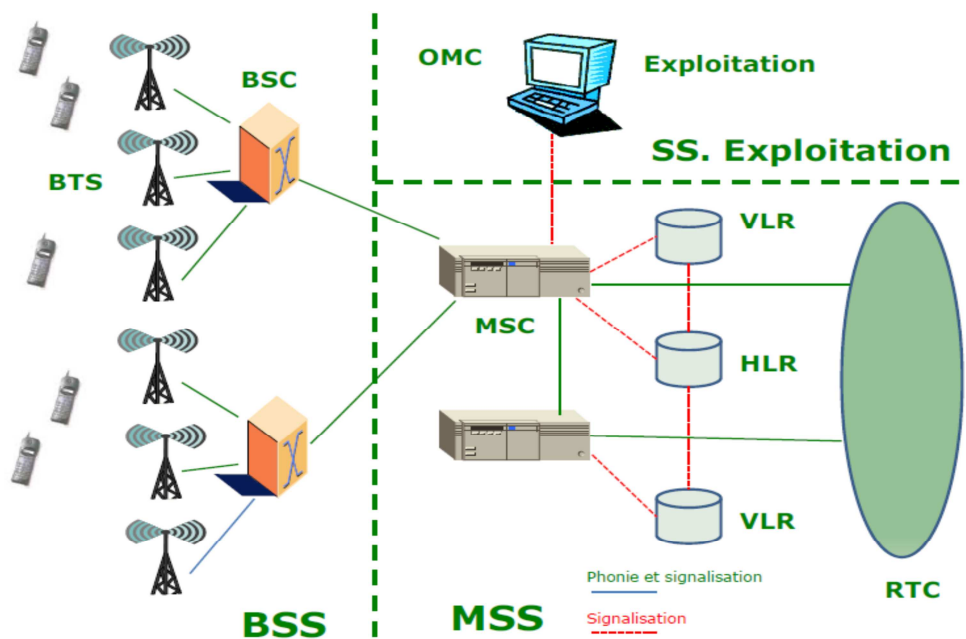


Figure 2 : Architecture d'un réseau GSM

## ❖ Le sous-système radio :

### ✓ Des BTS (Base Tranceiver System)

Il s'agit des antennes et des équipements électroniques (amplificateurs, alimentations) installés à proximité de celles-ci. Chaque BTS réalise la couverture radio d'un certain territoire (appelé « cellule ») dont le rayon varie entre quelques centaines de mètres et quelques kilomètres.

Elle gère la couche physique de l'interface air :

- codage,
- modulation,
- correction d'erreurs,
- mesures de signal radio,
- multiplexage
- chiffrement du segment radio avec le mobile, pour garantir la confidentialité de la communication en cas d'écoute hertzienne.

### ✓ Des BSC (Base Station Controlers)

Chaque BTS est raccordé à une BSC, et une seule, au moyen d'une liaison filaire MIC. Inversement, une BSC peut raccorder plusieurs BTS. Chaque BSC est également raccordée à un MSC, et un seul. Contrairement à la BTS, la BSC est un organe **intelligent**.

- Elle gère les ressources radio (allocation/désallocation de canal) au niveau des BTS en fonction de l'établissement et de la libération des communications.
- Elle exploite les mesures réalisées par les BTS, notamment la mesure du signal radio émis par les mobiles. Cela permet d'asservir la puissance émise par le terminal en fonction de sa distance à l'antenne (plus il est proche, moins sa puissance d'émission est importante), et également de détecter la nécessité de faire un handover.
- Elle assure également la concentration des communications sur interface avec le MSC.

## ❖ Le sous-système réseau :

### ✓ MSC

Le MSC est un commutateur radio qui gère l'ensemble des communications dans le réseau GSM :

- communications entre mobiles,
- communications de/vers le réseau téléphonique,
- communications de/vers d'autres réseaux GSM,
- communications de/vers des réseaux de transmission de données.

Pour ces trois derniers types de communications, le MSC intègre une fonction de passerelle (gateway) qui assure le passage du monde GSM à un monde externe. Chaque passerelle peut ne pas être présente dans toutes les MSC du réseau.

Un MSC raccorde plusieurs BTS. Chaque MSC est également raccordée à un autre au moins, réalisant ainsi un maillage des MSC dans le réseau GSM.

Ceci permet tout d'abord de gérer les communications entre des mobiles gérés par des BTS raccordées à des MSC différents,

### **Le premier rôle du MSC est la gestion des communications :**

- réservation de canal radio,
- identification et authentification de l'utilisateur (appel sortant),
- localisation de l'utilisateur (appel entrant),
- acheminement vers le demandé,
- allocation des ressources filaires,
- taxation des appels et des services de données.

### **Sa seconde grande fonction est la gestion de la mobilité :**

- gestion des inscriptions,
- gestion de l'handover,
- gestion de la localisation.

### **Chaque MSC communique avec les deux bases de données HLR et VLR.**

Mais aussi, dans le cas des communications vers d'autres réseaux, pour une MSC non équipée d'un gateway de pouvoir transiter vers une MSC qui en dispose.

# CHAPITRE I

---

## ✓ HLR

Le HLR (Home Location Register) est une base de données qui centralise les caractéristiques et les informations de localisation des usagers du réseau GSM.

Le HLR est théoriquement unique, mais sur de gros réseaux il peut être fractionné sur plusieurs unités. Il contient :

- **Le numéro IMSI** d'identification internationale de l'utilisateur.

Ce numéro est interne du réseau et non connu de l'utilisateur. Il est composé de trois champs :

- **MCC** : code pays (ex. 213 pour l'Algérie) sur 3 chiffres.
- **MNN** : code réseau qui identifie l'opérateur dans le pays (ex. 05 pour Ooredoo) sur 2 ou 3 chiffres selon les pays.
- **MSIN** : numéro de l'utilisateur dans le réseau sur 10 chiffres ou moins. Ce numéro peut selon les réseaux être précédé de 2 chiffres qui désignent le HLR de l'utilisateur.

## ✓ VLR

Le VLR (Visited Location Register) est présent dans une zone géographique donnée, gérée par un MSC1.

Le MSC est raccordé au VLR qui le supporte. Chaque VLR peut communiquer avec le HLR des autres MSC. Il contient les mêmes types d'informations que le HLR, mais cette fois relatives aux mobiles physiquement présents dans la zone géographique contrôlée par le MSC. En plus, il contient pour chaque mobile :

- un identifiant temporaire TMSI qui sera utilisé à la place de son numéro IMSI, tout le temps qu'il restera sous contrôle du même VLR,
- sa localisation complète (zone de localisation).

## ✓ L'AUC

L'AUC (AUthentication Center) est l'unité qui authentifie les mobiles et qui détient toutes leurs clés d'authentification. Il est associé au HLR.

Le MSC s'adresse à lui lors d'une demande d'inscription pour valider l'accès du mobile au réseau. Il contient aussi les algorithmes d'authentification et de chiffrement utilisés par le réseau.

## ❖ Le sous-système exploitation

### ✓ L'OMC ET LE NMC

Leur rôle est de contrôler les performances et l'utilisation du système et d'ouvrir une interface homme-machine à l'opérateur responsable de l'exploitation du réseau.

Le NMC (Network Management Center) opère de manière centralisée. L'OMC (Operation and Maintenance Center) effectue une supervision locale des équipements.

Parmi les principales fonctions d'administration, citons :

- la déclaration des abonnés et des terminaux,
- la facturation,
- l'observation de trafic et détection des surcharges,
- la configuration des équipements et des logiciels du réseau,
- la remontée des alarmes,

### I.2.3. Antenne GSM

Les réseaux GSM utilisent des antennes omnidirectionnelles (qui rayonnent dans toutes les directions) ou des antennes directionnelles (qui rayonnent dans une direction privilégiée), selon les besoins.



**Figure 3 : Antenne omnidirectionnelle**

Une antenne est caractérisée par un diagramme de rayonnement qui définit la forme de son rayonnement dans les trois dimensions. Il s'agit de la forme et non de la distance qui, elle, sera fixée par la puissance d'émission. Pour connaître la forme de la couverture au sol, il convient de tracer l'intersection du graphe avec le plan horizontal et on a de fortes chances de ne rien trouver du tout ! Pour que cette intersection soit non nulle, l'antenne est inclinée sur sa verticale et dans l'axe vertical du graphe selon un angle appelé **tilt**.

Une antenne est également caractérisée par son gain [2] ,

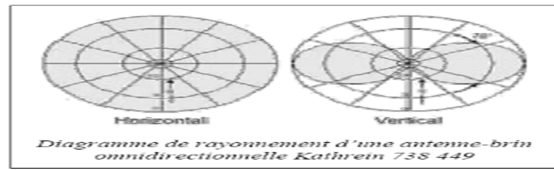


Figure 4 : diagramme de rayonnement

## I.2.4. Les fréquences de travail du GSM

Dans le système GSM, deux bandes de fréquences sont utilisées, l'une autour des 900 MHz et l'autre autour de 1,8 GHz.

Chaque bande est divisée en **deux sous-bandes**, servant l'une pour le transfert d'informations entre le mobile et la station de base (voie **montante**), et l'autre pour la liaison entre la station de base et le mobile (**voie descendante**) : [3]

900 MHz	bande EGSM étendue (bande de largeur totale 35 MHz ) de 890 à 915 MHz du mobile vers la base de 935 à 960 MHz de la base vers le mobile écart entre les deux fréquences 45 MHz 124 canaux espacés de 200 kHz
1800 MHz	bande DCS ( bande de largeur totale 75 MHz ) de 1710 à 1785 MHz du mobile vers la base de 1805 à 1880 MHz de la base vers le mobile écart entre les deux fréquences 95 MHz 374 canaux espacés de 200 kHz



Figure 5 : Fréquences de travail du GSM

## I.2.5. Le multiplexage temporel

À l'intérieur d'une cellule, on dispose donc d'un certain nombre de fréquences ou canaux qu'il faut répartir entre les différents utilisateurs.

Lors d'une conversation courante, un téléphone mobile n'a pas besoin du canal de transmission en permanence grâce aux techniques de compression de débit.

- chaque porteuse est divisée en 8 intervalles de temps appelés **time-slots**. La durée d'un slot a été fixé pour le GSM à **7500 périodes** du signal de référence fourni par un quartz à 13 MHz qui rythme tous les mobiles GSM :

$$T_{\text{slot}} = 7500 / 13 \text{ MHz} = 0,5769 \text{ ms soit environ } 577 \text{ us}$$

- sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquets de 8 qui constituent une trame TDMA.

$$\text{la durée de la trame est donc : TDMA} = 8 T_{\text{slot}} = 4,6152 \text{ ms}$$

Un mobile GSM en communication n'utilisera qu'un time-slot, ce qui permet de faire travailler jusqu'à 8 mobiles différents sur la même fréquence de porteuse. Le signal radio émis dans un time-slot est souvent appelé **burst**.

Les slots sont numérotés par un indice TN qui varie de 0 à 7. Un « canal physique » est donc constitué par la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière.

Durant une communication téléphonique, le mobile GSM reçoit des informations de la station de base et émet des informations vers celle-ci :

- ces échanges se font sur deux fréquences différentes
- au niveau du mobile, l'émission et la réception sont décalés dans le temps de 3 time-slots
- pour conserver la même numérotation des slots, le début de la trame TDMA du mobile est décalée de 3 time-slots / début de la trame de la base du mobile [3]



## NodeB :

Le rôle principal du NodeB est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules du réseau d'accès de l'UMTS avec un équipement usagé. Le NodeB travaille au niveau de la couche physique du modèle OSI (codage et décodage).

## RNC :

Le rôle principal du RNC est de router les communications entre le NodeB et le réseau cœur de l'UMTS. Il travaille au niveau des couches 2 et 3 du modèle OSI (contrôle de puissance, allocation de codes).

### I.3.1 Hiérarchie de L'UMTS

L'UMTS est divisé en plusieurs cellules de tailles variables. Chacune d'entre elles est présente en fonction de la densité de population à servir et de la vitesse de mobilité. L'accès par satellite est une extension.

- **Une pico-cellule** : permet des débits de l'ordre de 2 Mbits/s avec une vitesse de l'ordre de 10 km/h
- **Une micro-cellule** : permet des débits de l'ordre de 384 kbits/s avec une vitesse de l'ordre de 120 km/h (véhicule)
- **Une macro-cellule** : permet des débits de l'ordre de 144 kbits/s avec une vitesse de l'ordre de 500 km/h (Train à Grande Vitesse)

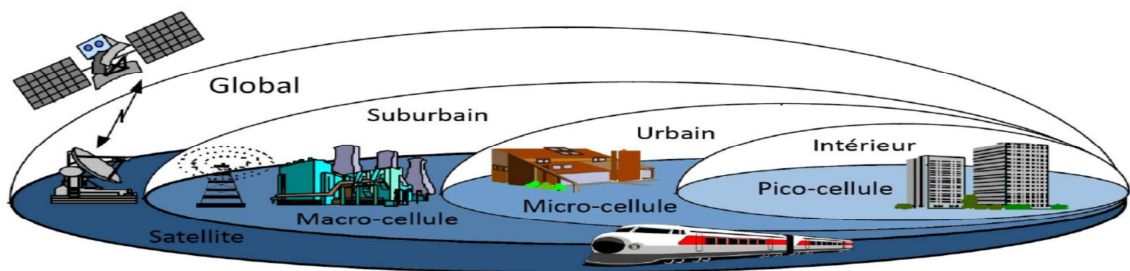


Figure 8 : Hiérarchie de L'UMTS

## I.4. Les Routeur

### I.4.1. Routeur H7920

Un routeur est un élément intermédiaire qui permet de relier deux réseaux il assure le routage des paquets d'une interface réseau vers un autre d'une façon optimale en terme de temps et de distance.

La plupart des routeurs sont capables de déterminer automatiquement l'itinéraire le plus adopté entre l'adresse IP de départ et l'adresse IP de destinations [5],



**Figure 9 : Routeur H7920**

### I.4.2. Routeur Ericsson W25

L'Ericsson W25 est un petit bureau avancé et un routeur maison avec accès Internet sans fil. Il offre des services hauts débit sans fil à haute vitesse fiable. L'Ericsson W25 utilise l'accès radio WCDMA / HSDPA pour fournir des haut- Accélérer les capacités de données sur le réseau local. Avec une Large gamme de services vocaux [6].



**Figure 10 : Routeur Ericsson W25**

## I.5. Le Modbus

Est un protocole de communication utilisé dans les réseaux informatiques industriels, il est basé sur la structure hiérarchisée entre un maître avec un ou plusieurs esclaves.

Dans un protocole Modbus on distingue deux types de dialogues :

- Le maître parle à un esclave et attend sa réponse.
- Le maître parle à l'ensemble des esclaves, sans attente de réponse (diffusion générale).

Le maître émet des requêtes (des ordres) vers l'esclave, ce dernier une fois a reçu ces requêtes, il va à son tour les exécuter et transmettre un compte rendu de fin d'exécution au maître. Le dialogue entre les esclaves est impossible. Les requêtes envoyées et reçues par le maître sont appelées des trames et elles sont constituées de la façon suivante [7] :

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

**Figure 11 : Le maître émet une requête**

- ✓ **Le numéro de l'esclave (1 octet) :** spécifie l'équipement destinataire. Si le numéro est zéro, la demande concerne tous les esclaves.
- ✓ **Le code fonction (1 octet) :** permet de sélectionner une commande (lecture, écriture de : bits et/ou mots) et de vérifier si la réponse est correcte.
- ✓ **Le champ information (n octets) :** contient les paramètres liés à la fonction : adresse bit, adresse mot, valeur de bit, valeur de mot, nombre de bits, nombre de mots.
- ✓ **Le mot de contrôle (2 octets) :** est utilisé pour détecter les erreurs de la transmission appelée Contrôle de Redondance Cyclique (CRC) codés sur 16bits d'où le CRC16.

La détection la fin d'une trame est réalisée sur deux silences c'est-à-dire un silence pour le début de la trame et un silence à la fin de la trame.

## I.5.1.Format général d'une trame

Deux types de codage peuvent être utilisés pour communiquer sur un réseau en protocole Modbus :

- **Format en RTU** (unité terminale distante): les données sont sur 8 bits, cas utilisé entre les Sofrel S550 et le Topkapi.
- **Format ASCII** : les données sont sur 4 bits (les trames sont donc visible en hexadécimal).

Le protocole Modbus peut être implémenté :

- Via une liaison série asynchrone de type RS-232, RS-422 ou RS-485, avec des débits de 9,6 Kbps et sur des distances variables.
- Via TCP/IP sur Ethernet : on parle alors de *Modbus IP*.

## I.6. Pompe centrifuge

Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur (souvent nommée improprement turbine). C'est le type de pompe industrielle le plus commun. Par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement [8].

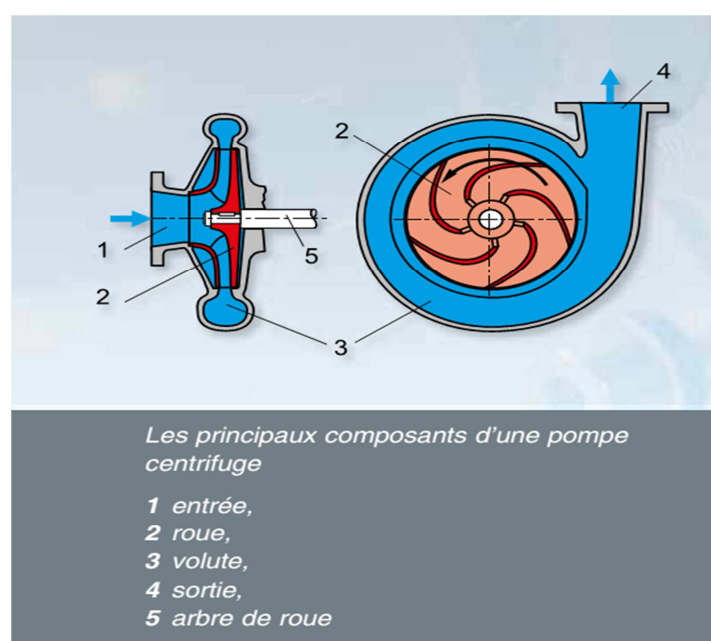


Figure 12 : Pompe centrifuge

## ✓ Caractéristiques importante de pompe :

**Le débit** : Le débit  $Q_v$  fourni par une pompe centrifuge est le volume refoulé pendant l'unité de temps. Il s'exprime en mètres cubes par seconde ( $m^3 /s$ ) .

**La hauteur manométrique** : On appelle hauteur manométrique  $H$  d'une pompe, l'énergie fournie par la pompe par unité de poids du liquide qui la traverse. Elle s'exprime en mètre (m).

**La puissance hydraulique** : La puissance hydraulique communiquée au liquide pompé est liée au 2 grandeurs précédentes. Si  $Q_v$  est le débit volume du fluide,  $\rho$  sa masse volumique et  $H$  la hauteur manométrique de la pompe, la puissance hydraulique  $P$  est donnée par :

$$P = Q_v \cdot \rho \cdot g \cdot H$$

## I.7. Sonde de niveau

Une sonde de niveau d'eau désigne généralement l'outil de mesure de pression des liquides. Il servira notamment à connaître le niveau de l'eau et sa pression dans un lieu donné. Il existe plusieurs types de piézomètres en fonction des besoins.



**Figure 13 : Sonde de niveau**

La détection de niveau est une mesure binaire, c'est-à-dire que le capteur délivre une information binaire indiquant si le niveau-seuil défini est atteint ou pas. La détection de niveau ne permet donc pas de connaître le volume de liquide contenu dans le réservoir, mais permet de savoir si le liquide a atteint un seuil.

La détection de **niveau haut** va permettre de stopper un remplissage afin d'éviter que le réservoir ne déborde.

La détection de **niveau bas** va permettre de stopper l'extraction du produit, ce qui permet de garder un volume minimum dans le réservoir.

# CHAPITRE I

---

L'association d'une détection de niveau haut et d'une détection de niveau bas permet d'automatiser le remplissage et le vidage des réservoirs.

Les détecteurs de niveau délivrent un signal électrique lorsque le niveau atteint un seuil haut ou bas. Ils servent en général à fournir un signal d'entrée aux systèmes d'alarme ou d'arrêt, aux automates programmables, aux circuits logiques à relais ou aux simples signalisations sonores ou visuelles [9].

## I.8. Automate programmable industriel (API) M221

Est un équipement électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel d'un programme informatique. Il envoie des ordres vers les actionneurs (exemple : marche / arrêt pompe, vanne etc.) à partir de données d'entrée (exemple : capteurs).



**Figure 14 : Automate programmable M221**

Le M221 inclut un horodateur fournissant la date et l'heure système et prenant en charge les fonctions connexes nécessitant un horodateur.

Une pile non rechargeable permet de conserver l'heure en cas de coupure d'alimentation. Le panneau avant du contrôleur présente un voyant dédié signalant si la pile est déchargée ou manquante [10].

# CHAPITRE I

---

Caractéristiques	Description
Utilisation	En cas de coupure de courant transitoire, la pile alimente l'horodateur et conserve les données de l'utilisateur.
Durée de sauvegarde	Au moins 1 an à 25 °C max. (77 °F). Durée réduite à des températures plus élevées.
Surveillance de la pile	Oui
Remplaçable	Oui
Durée de vie de la pile	4 ans à 25 °C max. (77 °F). Durée réduite à des températures plus élevées.
Type de pile du contrôleur	Lithium monofluorure de carbone, type Panasonic BR2032

**Tableaux 01 : Caractéristique de la pile**

✓ **Les fonctionnalités intégrées de M221**

- 9 entrées numériques
  - 4 entrées rapides (HSC)
  - 5 entrées normales
- 7 sorties numériques
  - 7 sorties relais
- 2 entrées analogiques
- Ports de communication
  - 1 port de ligne série
  - 1 port de programmation USB mini B
  - 1 port Ethernet

## **I.9. Automate S550**

**S500** est un automate programmable industriel offre un ensemble complet de solutions pour télé-contrôle industriel de sites techniques. Il permet ainsi de réduire les coûts d'exploitation, de sécuriser et d'optimiser le fonctionnement des installations, sa conception

répond à un double objectif de simplicité et d'efficacité couvrant tous les aspects de la vie des produits : installation, configuration, exploitation, maintenance.



**Figure 15 : L'automate S550**

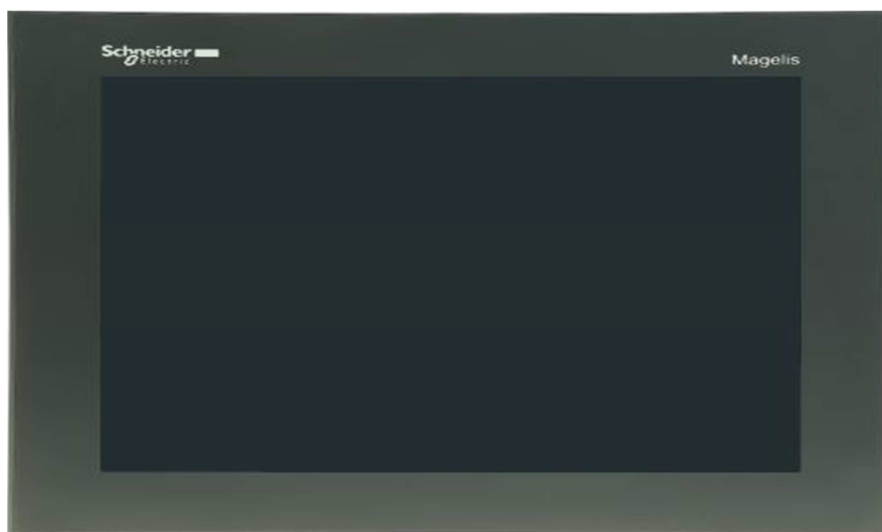
Ses fortes capacités de traitement et de communication répondent à de nombreux cas d'application tels que : télésurveillance et report d'alarmes, télégestion avec automatisme local, télécontrôle et fédération de produits communicants hétérogènes.

Ce dernier s'adapte à tout type d'installation permettant ainsi son utilisation dans de multiples domaines : réseaux d'eau et d'assainissement, chaufferies, éclairage public, installations techniques, etc.

S500 est doté de Serveurs SMS et VOCAL permettant le télécontrôle de l'installation à partir d'un simple téléphone fixe ou mobile [11].

### **I.10.IHM XBT GT7000**

Interactions homme-machines définissent les moyens et outils mis en œuvre afin qu'un humain puisse contrôler et communiquer avec une machine, c'est un système dont le fonctionnement dépend d'informations fournies par un environnement externe qu'il ne contrôle pas [12].



**Figure 16 : IHM XBT GT7000**

## **I.11.Logiciel SOFTTOOLS**

Le logiciel SOFTTOOLS permet de configurer et d'exploiter tous les types de postes locaux SOFREL (Gamme S500, Gammes LS/LT, Gamme BOX, ...), permet aussi de gérer jusqu'à 1000 postes locaux ,les fonctions spécifiques à chaque type de poste local sont respectivement décrites dans les manuels d'utilisation des postes concernés.

SOFTTOOLS offre différentes fonctions :

- ✓ Configuration des différents types de postes locaux
- ✓ Consultation locale distante pour exploitation des données traitées via le navigateur Internet (alarmes, états courants, journaux de bord, tracé de courbes, listes d'historiques, transferts Excel, etc.)
- ✓ Environnement graphique simple d'utilisation pour diagnostic de l'installation.
- ✓ Import et Export de configuration (pour sauvegarde, transfert sur une autre application Softtools, exploitation par un Poste Central, ou impression),
- ✓ Sauvegarde et Restitution de l'annuaire SOFTTOOLS
- ✓ Accès à l'aide en ligne pour consultation des documentations techniques des différents produits [11]

## I.12. Logiciel SoMachine

Le SoMachine fournit l'environnement de configuration et de programmation des automates M221 pour les projets que vous créez avec SoMachine Central.



Il affiche les différents éléments de votre projet dans des vues séparées que vous pouvez organiser sur l'interface utilisateur SoMachine et sur votre bureau selon vos exigences individuelles. Cette structure de vue vous permet d'ajouter des éléments matériels et logiciels à votre projet par glisser et déposer. Les boîtes de dialogue de configuration principales qui vous permettent de créer du contenu pour le projet sont fournies au centre de l'écran LogicBuilder. En plus de la configuration et de la programmation facile, il fournit également de puissantes fonctionnalités de diagnostic et de maintenance [13].

## I.13. Langage Ladder

Le langage ladder ou langage à contacts ou encore schéma à relais fait partie des 5 langages standard de la norme définie par la commission électrotechnique internationale (CEI). Le langage ladder est un langage de programmation graphique facile à comprendre et à prendre en main.

C'est sans doute le langage de programmation d'automatisme le plus couramment utilisé pour la programmation d'automates. Le langage ladder est composé d'une séquence de contacts (interrupteurs qui sont soit fermés, soit ouverts) et de bobines qui permettent de traduire les états logiques d'un système. (*Ladder* est le mot anglais pour échelle).

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

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

La puissance de calcul des CPU actuelles permet de travailler directement en langage objets avec des notions de classe et d'héritage [14].

## I.14. logiciel Vijeo Designer

Vijeo Designer est un logiciel de programmation graphique qui intègre une fonction avancée qui simplifie la gestion, des variables utilisées dans les écrans d'animations d'IHM.



Vijeo Designer peut stocker les messages d'alarme ou les objets texte pour la même Application dans plus de 10 langues différentes une sélection simple sur L'écran d'animation pour modifier la langue et aussi la modification des variables à partir d'autres applications.

Les principaux outils de Vijeo Designer peuvent être consultés à partir de l'écran principal du programme. Six fenêtres d'outils vous permettent de développer votre projet rapidement et facilement. Chaque fenêtre fournit des informations relatives à un objet spécifique ou au projet. Vous pouvez personnaliser votre environnement de travail en redimensionnant ou en déplaçant la fenêtre. Les icônes associées aux fenêtres se trouvent dans la barre d'outils [15].

## I.15. Discussion

De nos jours chaque entreprise cherche encore des solutions de communication plus fiables à apporter à ces systèmes industriels pour améliorer son rendement sa production et sécurisé aussi ses données transitant dans des supports de transmission.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents équipements et logiciels avec des explications simples à assimiler.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les différentes communications existant au niveau de SEAAL d'Alger.

## **Chapitre II**

*Description de système de communication au  
niveau de SEAAL*

# CHAPITRE II

---

## II.1. Préambule

Dans ce chapitre, nous allons présenter l'entreprise d'accueil SEAAL et les différents types de communications que cette dernière a mises en service pour communiquer et transmettre les paquets d'informations entre les différents équipements.

## II.2. Présentation de l'entreprise SEAAL

SEAAL est une société par actions détenue par l'ADE (Algérienne Des Eaux) et l'ONA (Office National de l'Assainissement). SEAAL assure depuis mars 2006 la gestion des services de l'eau, la collecte et le traitement des eaux usées sur l'ensemble de la wilaya d'Alger en réponse aux enjeux des services de l'eau et de l'assainissement à moyen et long terme et aux attentes des 3.2 millions d'habitants de la wilaya d'Alger. SEAAL, avec l'appui financier des autorités Algériennes (important programme d'investissement et d'amélioration patrimoniale), s'est fixé les objectifs suivants :

- Rétablir puis maintenir une distribution d'eau de qualité, 24H/24
- Renforcer la prise en charge et le fonctionnement de systèmes d'assainissement et contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux de baignade du littoral Algérois
- Remettre à niveaux et gérer durablement les ouvrages et installation d'eaux et d'assainissement .
- Mettre en place une gestion clientèle moderne et efficace pour améliorer la satisfaction des clients.

Pour assurer l'acquisition, le maintien et le développement des compétences des 4500 salariés, nécessaires à l'atteinte de ces objectifs, SEAAL a mis en place un programme de formation ambitieux .

Les stages de formation se déroulent au sein d'un centre de formation interne à SEAAL et sont réalisés par des animateurs internes reconnus pour leur expertise, ou des consultants externes (issus des grands établissements universitaires ou d'écoles d'ingénieurs, telles que ENSH, ENP, etc. ...).

Par ailleurs, les salariés de SEAAL bénéficient tout au long du contrat de :

# CHAPITRE II

---

- La mise à disposition de 27 experts de SUEZ Environnement, acquit aux expériences internationales et un suivi par le « back-office » SUEZ environnement
- Des missions d'assistance technique en fonction des besoins par des experts de SUEZ environnement (2400 jour-hommes environ).

## II.2.1 Statut de SEAAL

La gestion de l'eau est un enjeu de taille à Alger où l'eau ne coule que quelques heures par jour et 50% de l'eau injectée dans le réseau ne peut être comptabilisée en raison de fuites ou de clients indécents, c'est pourquoi le gouvernement algérien a fait appel à l'expertise de SUEZ environnement après avoir réuni l'ensemble des services de l'eau et de l'assainissement en une structure.



Commune : la Société des Eaux et d'Assainissement d'Alger (SEAAL).

**L'ADE** et **L'ONA** ont confié la production et la distribution de l'eau ainsi que l'assainissement à la SEAAL sur le périmètre de wilaya d'Alger. Elle est officiellement chargée, depuis le 1er mars 2006, de la gestion déléguée des eaux.

Le contrat signé le 28 novembre 2005 prévoit le transfert du savoir-faire d'environnement et un plan ambitieux de formation pour les 3 000 employés. L'Etat algérien s'engage ensuite à compléter ces efforts par un programme d'investissement de 200 millions d'euros par an. Enfin, des objectifs concertés d'amélioration du service, comme la distribution 24h/24 de l'eau potable d'ici 3 ans et demi, ont été définis en commun.

Ce contrat est ainsi emblématique de la volonté de SUEZ Environnement de participer aux objectifs du Millénaire en définissant pour chaque situation particulière le type de partenariat public privé le plus adapté aux contraintes locales.

# CHAPITRE II

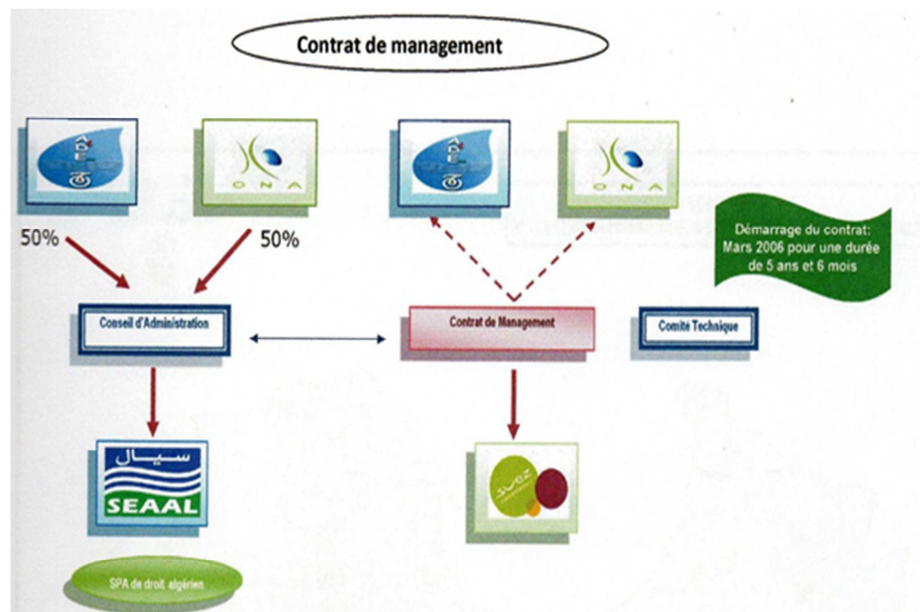


Figure 1 : Contrat de management

## 2.3 Les directions de la SEAL :

La SEAL se divise en 12 directions :

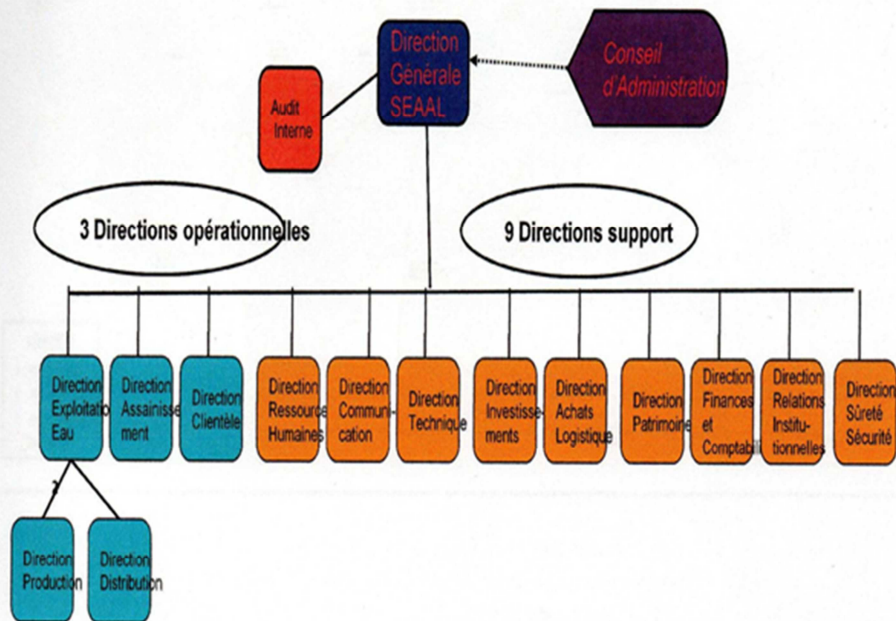


Figure 17 : directions de SEAL

# CHAPITRE II

## II.3. Communication série filaire

Les « liaisons séries » sont des moyens de transport d'informations (communication) entre divers systèmes numériques. On les oppose aux liaisons parallèles par le fait que les différents bits d'une donnée ne sont pas envoyés en même temps mais les uns après les autres, ce qui limite le nombre de fils de transmission. Elles sont appelées asynchrones car aucune horloge n'est transportée avec le signal de données [16].

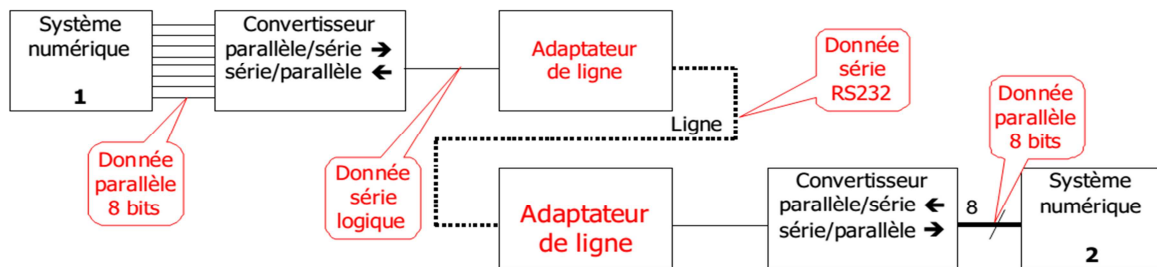


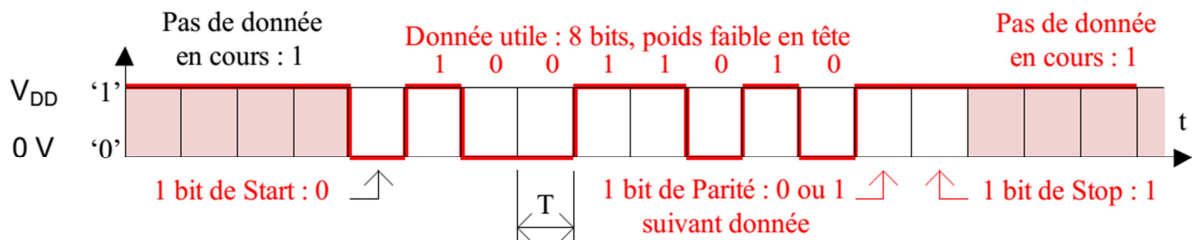
Figure 18 : communications série filaire

### II.3.1) Liaison série « logique »

Le protocole d'échange asynchrone est défini par l'envoi, pour chaque caractère émis :

- ✓ un bit de Start
- ✓ les 5 à 8 bits de données, poids faible en tête
- ✓ éventuellement, un bit de vérification de parité qui permet de décaler des erreurs de transmission des 8 bits de données sur la ligne
- ✓ 2 bits de Stop après

Lorsque aucun caractère ne circule sur la ligne, celle-ci reste à l'état *logique haut* < 1 >



# CHAPITRE II

---

## Vitesse de transmission :

La vitesse de transmission représente la quantité d'informations qui peuvent être transportées pendant un certain temps. Elle est exprimée en l'unité de BAUDS

Les vitesses de transmission peuvent être entre autres :

- ◆ 75
- ◆ 110, 300, 600.....4800,9600

## II.3.2.)Liaison RS232

L'évolution temporelle des signaux RS232 est conforme aux signaux de liaison asynchrone. La spécificité de RS232 tient dans l'adaptation en tension des signaux afin d'être transmis sur une distance supérieure (15m). Sur une liaison bidirectionnelle minimale sans contrôle de flux, il faudra 3 conducteurs

<b>Tx</b>	Transmit	conducteur d'émission des données
<b>Rx</b>	Receive	conducteur de réception des données
<b>Gnd</b>	Ground	conducteur de masse du signal

**Tableaux 2 : connecteur de la liaison RS232**

## Niveaux des signaux :

Niveau logique	Polarité	Intervalle de niveau électrique	Typique
'1'	Basse	entre -3V et -15 V	-12V
'0'	Haute	entre +3V et +15 V	+ 12V

**Tableaux 3 : niveau de signaux**

## Contrôle de flux

Les équipements connectés pour un échange de données (communication) peuvent ne pas fonctionner à la même vitesse. Si le récepteur est plus rapide que l'émetteur, aucun problème n'apparaît. Si l'émetteur travaille plus vite que le récepteur, des données peuvent être perdues. Il faut donc mettre en place un contrôle de flux par des signaux appropriés.

# CHAPITRE II

---

## II.3.3) Liaisons RS422, RS485

L'évolution temporelle des signaux RS422 et RS485 est identique aux signaux RS232 et liaison a synchrone. La spécificité de RS422/485 tient dans l'adaptation en tension différentielle des signaux afin d'être transmis sur une distance supérieure (1200 m). Sur une

- **liaison bidirectionnelle (sans contrôle de flux) de type 4 fils :**

- les 2 conducteurs **d'émission** des données Tx+, Tx-
- les 2 conducteurs de **réception des données** Rx+, Rx-

- **liaison bidirectionnelle (sans contrôle de flux) de type 2 fils :**

- le conducteur **d'émission/ réception** des données Tx/Rx+ polarité positive
- le conducteur **d'émission/ réception** des données Tx/Rx- polarité négative

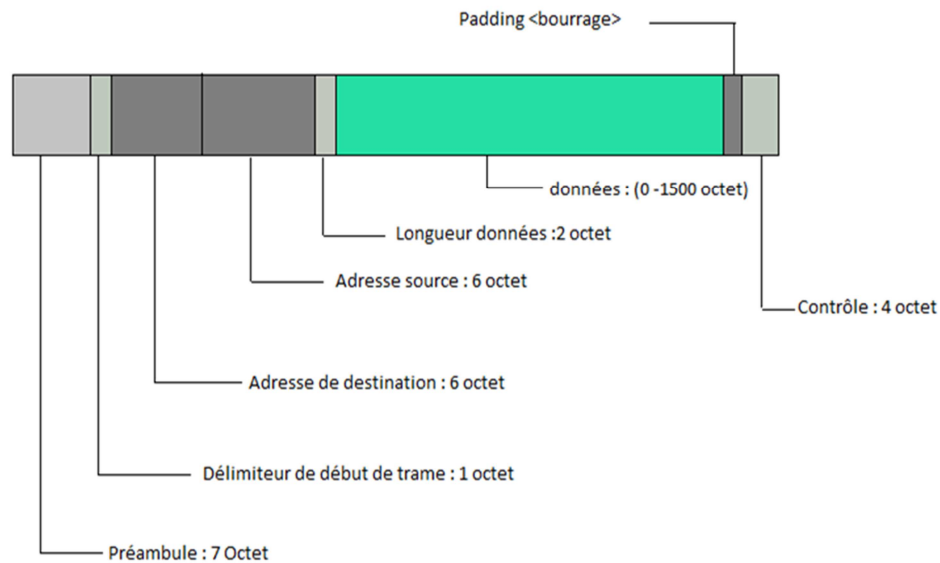
## II.4.Communication Ethernet norme IEEE 802.3 i

La mise en œuvre de la norme IEEE 802.3 i Ethernet avec des câbles à paire torsadée. Le 10BaseT (10 Mbits/s bande de base à paire Torsadée) se base sur la technologie CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), cette méthode permet à une station d'écouter le support physique de liaison (câble ou fibre) ,pour déterminer si une autre station transmet une trame de données (niveau déterminé de tension électrique ou de lumière).Si n'est pas le cas donc s'il n'y a pas eu de signal, elle suppose qu'elle peut émettre.

### II.4.1.Collision Detection (CD) :

L'accès multiple implique que plusieurs stations peuvent émettre au même moment ce qui provoque une collision donc une perte de données. Comme les stations écoutent aussi les collisions elles savent qu'elles doivent réémettre après avoir attendu pendant un délai aléatoire [17].

# CHAPITRE II



**Figure 19 : Trame CSMA/CD**

- ✓ **Préambule** : 56 bits = 7 x (1010101010) : permet la synchronisation bit
- ✓ **Délimiteur de début de trame** : 8 bits = 10101011 permet la synchronisation trame/caractère. La trame CSMA/CD
- ✓ **Adresse (6octets)** : individuelle/multicast/broadcast.
- ✓ **Longueur de données** : valeur comprise entre 1 et 1500, indique le nombre d'octets des données (compatibilité avec Ethernet...).
- ✓ **Padding (bourrage)** : contenu sans signification complétant une trame dont la longueur des données est inférieure à 46 octets.
- ✓ **Contrôle** : séquence de contrôle basée sur un CRC polynomial de degré 32.

Ce type de protocole est dit « **probabiliste** », c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de déterminer avec certitude le délai d'envoi d'un message.

Dans un réseau Ethernet les stations se partagent le même média de communication, qu'il n'y a pas de jeton ni de priorité d'émission.

Détection d'un message de contention lorsque plusieurs station tentent d'accéder au bus :

- Contention = conflit
- Gestion des conflits au niveau « bit »

# CHAPITRE II

- Les conflits sont évités en assignant un niveau de priorité à chacun des messages transportés.
- En cas de contention : le message de priorité la plus élevée gagne.

## II.5.Communication hertziens

La communication hertzienne c'est l'exploitation de spectre électromagnétique en champs libres pour effectuer de la transmission d'informations, il exploite le support d'ondes radioélectriques, par des fréquences porteuses allant de 1 GHz à 86 GHz focalisées et concentrées grâce à des antennes directives.

Ces émissions sont notamment sensibles aux obstacles et masquages (relief, végétation, bâtiments...), aux précipitations, aux conditions de réfractivité de l'atmosphère, aux perturbations électromagnétiques et présentent une sensibilité assez forte aux phénomènes de réflexion [18].

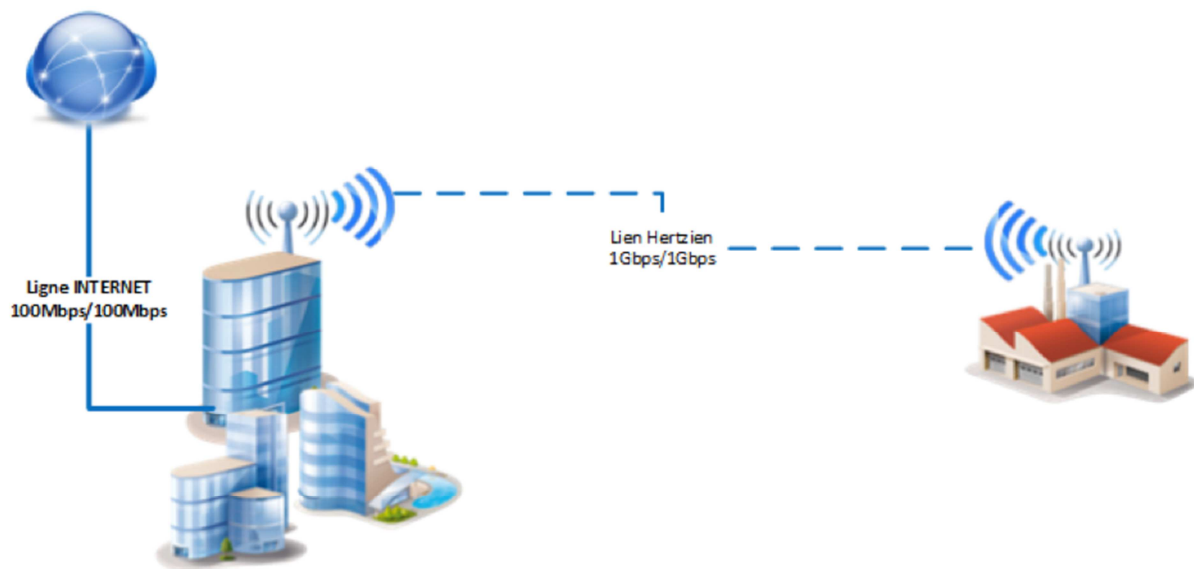


Figure 20 : Communication hertziens

### II.5.1.Domained'applications

#### ❖ La diffusion :

Principe = diffusion de l'information sur une zone géographique

Caractéristique :

- Liaison simplex
- Emetteur fixe omnidirectionnel

# CHAPITRE II

---

## ❖ La liaison point à point :

Principe : relier deux sites par un canal de transmission non câblé

Caractéristique :

- Liaison simplex ou duplex
- Point relais (terrestre ou satellite)

## ❖ L'accès fixe

Principe = permettre la transmission d'informations entre 1 point d'accès fixe et 1 utilisateur fixe

Caractéristique :

- 1 liaison duplex
- E/R omnidirectionnel
- E/R fortement directif

## ❖ Les réseaux cellulaires

Principe = permettre extensions de la zone géographique couverte et l'augmentation

Caractéristique :

- Liaison duplex
- 1 sous-réseau fixé de point d'accès (cellules)

### II.5.2. Intérêts et inconvénients

L'intérêt des liaisons hertziennes ne nécessite aucun support physique entre l'émetteur et le récepteur de l'information. Elles sont donc le moyen de communication idéal pour les liaisons avec les objets mobiles (piétons, automobiles, bateaux, trains, avions) Les liaisons hertziennes sont intéressantes dans le cas de la diffusion (radiodiffusion et télédiffusion), où un seul émetteur transmet la même information à plusieurs récepteurs.

Les inconvénients principaux des liaisons hertziennes par rapport aux autres supports sont aussi liés à l'absence de support physique pour que tout le monde puisse communiquer en

# CHAPITRE II

---

même temps, ceci impose une gestion stricte des fréquences. Chaque système de transmission radio dispose d'une certaine bande de fréquences qui lui est allouée et cela coûte très cher.

## **II.6. Discussion**

Dans ce chapitre nous avons illustrer les différents types de communications utilisées dans l'entreprise SEAAL d'Alger mais on a constaté que chaque communication présente des insuffisances techniques.

Dans le troisième chapitre, nous allons développer une communication entre une station de pompage et un château d'eau en utilisant le réseau GSM.

## *Chapitre III*

*Développement de la communication entre  
une station de pompage et un château  
d'eau en utilisant le réseau GSM*

# CHAPITRE III

---

## III.1. Préambule

De nos jours, la télécommunication connaît un succès très important seules quelques secondes suffisent pour communiquer à travers les moyens électroniques.

La communication permet d'économiser le temps et l'argent, et aussi le travail à distance de nombreux managers peuvent facilement gérer les opérations des entreprises à travers les systèmes de télécommunications ce qui est un facteur très important pour les entreprises en termes des coûts et de temps.

Dans ce chapitre, nous avons développé une application de communication entre une station de pompage et château d'eau en utilisant le réseau GSM.

## III.2.Principe de l'application

Le principe de cette application c'est de faire communiquer à l'aide de réseau GSM un château d'eau et une station de pompage, et par la suite l'envoi d'alerte par SMS à l'utilisateur, pour cela il faut insérer une sonde de niveau à l'intérieur du château afin de nous renseigner sur le niveau d'eau.

La sonde de niveau délivre un signal analogique à l'automate sofrel S550 pour le traitement grâce à la carte analogique input qui joue le rôle d'un convertisseur analogique numérique, une fois cette opération terminée les données seront transmises par câble RG 45 vers un routeur 3G qui à son tour il va traiter les données et il les transmet sous forme d'ondes électromagnétiques à la destination prévue.

A la réception la station de pompage dispose d'un routeur 3G qui capte l'information envoyée par le château puis il le traite pour extraire les données par la suite il les envoie en utilisant le câble RG45 vers l'automate M221 qui est chargé de faire fonctionner la station selon la programmation.

Enfin l'automate M221 vérifie si les données reçues indiquent que le niveau dans le château est bas il démarrera une pompe pour le remplissage, simultanément l'automate S550 envoie les données de niveau on permanent et dès que le niveau de château atteint le seuil présélectionné, l'automate M221 arrêtera la pompe et au prochain redémarrage le M221 fait une permutation, par conséquent c'est la deuxième pompe qui se déclenchera afin pour protéger les pompes.

# CHAPITRE III

Le M221 envoie toutes les données vers l'IHM qui dispose d'un routeur 3G pour permettre la réception des données, le synoptique général affiché dans l'IHM permet à l'utilisateur de voir et communiquer avec la station de pompage et voir l'état de fonctionnement des pompes.

Le S550 envoie en permanence le niveau du château vers l'IHM et dans le cas où il y a un défaut ou un débordement il envoie une alerte au téléphone de l'utilisateur pour l'informer s'il y a une panne pour intervenir (voir la figure 21).

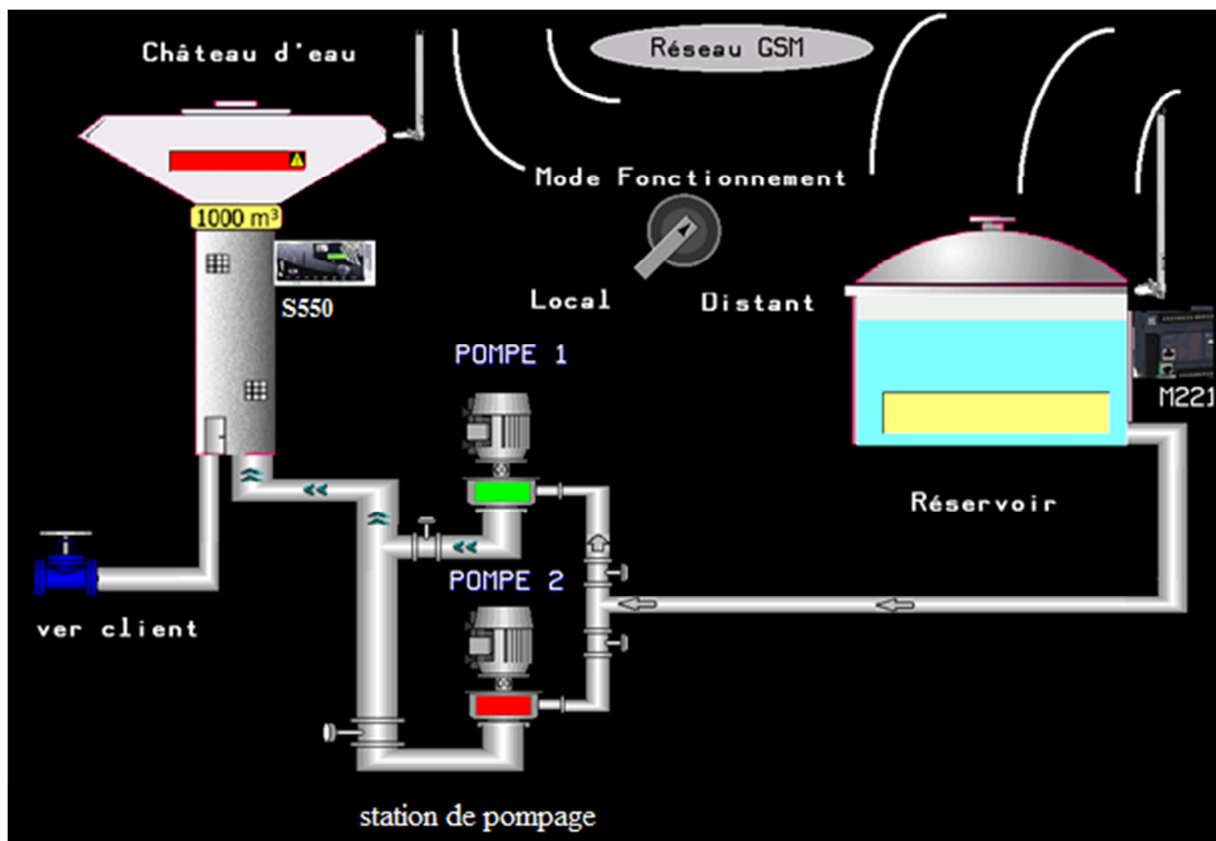


Figure 21 : Synoptique général

# CHAPITRE III

## III.3. Communication de l'automate S550

L'automate S550 communique avec la station de pompage, pour cela nous avons installé plusieurs cartes dans le rack (réseau, carte analogique input, carte GSM) afin d'envoyer en permanence le niveau et les défauts du château vers M221 qui gère la station de pompage.

### III.3.1. Carte Ethernet 10BT

En insérant la carte Ethernet 10BT dans le 1<sup>er</sup> slot de l'automate S550 en la configurant en MODBUS maître (voir la figure 22), assure la connexion avec le routeur 3G .

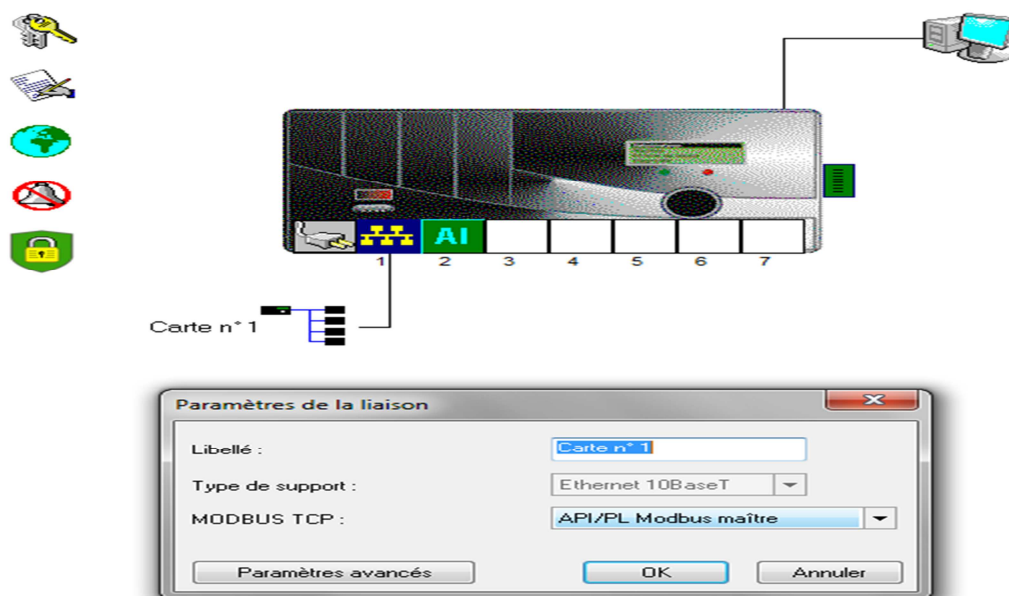


Figure 22 : Configuration de la carte Ethernet

### III.3.2. Carte analogique input (4AI)

La sonde de niveaux délivre un signal analogique mais avant de l'injecter à l'automate S550 il doit passer par la carte analogique input qui sert à convertir le signal analogique à un signal numérique pour que l'automate assure le traitement.

Insertion est configuration de bornier de la carte analogique input 4AI voir la figure 23

# CHAPITRE III

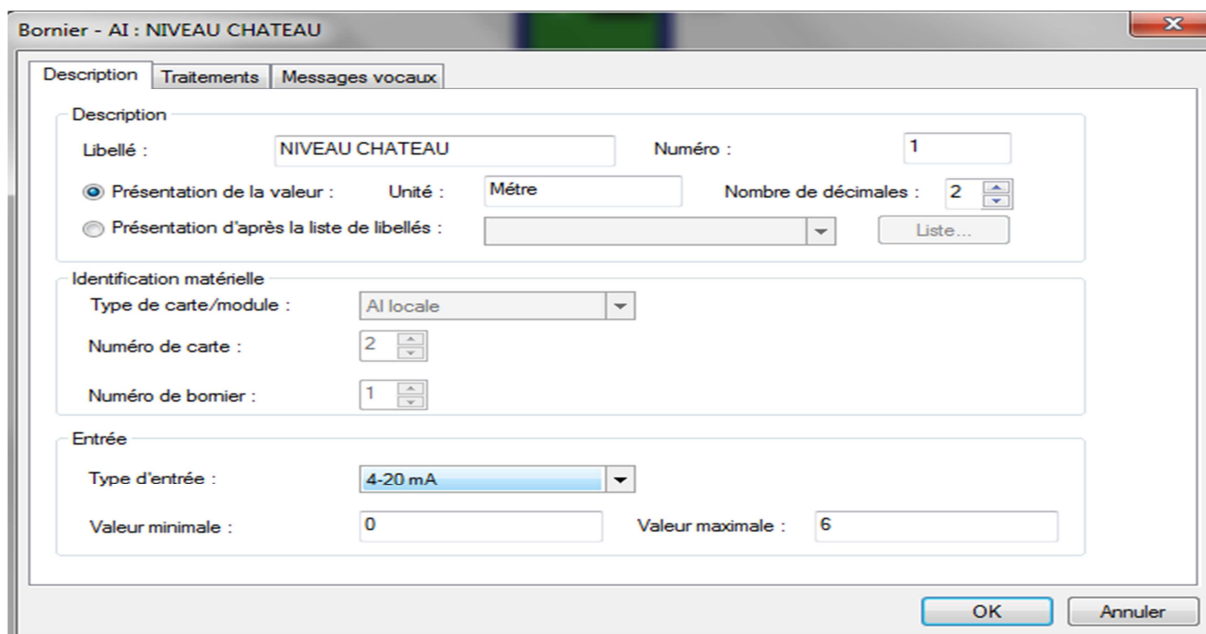


Figure 23 : Configuration de la carte AI.

## III.3.3. Envoi d'alerte de l'automate S550

### III.3.3.1 Configuration de la carte GSM

L'automate S550 est doté d'une carte GSM qui permet d'envoyer des alertes pour indiquer les types de défaut en temps réel.

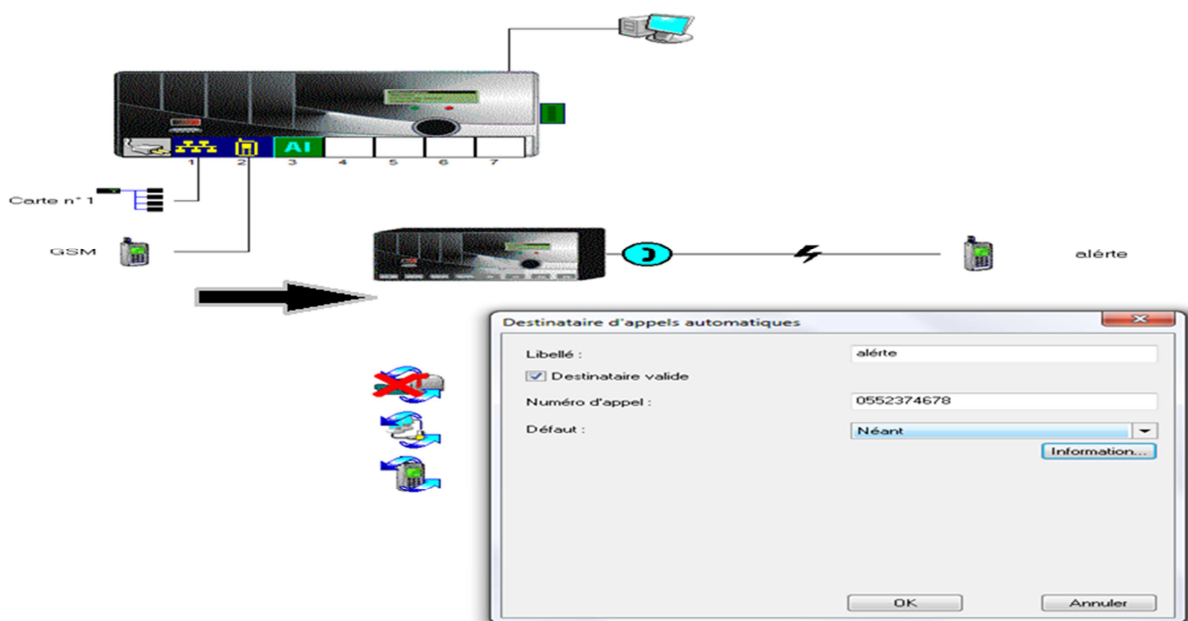


Figure 24 : Configuration de la carte GSM

# CHAPITRE III

Une fois la carte GSM est installée dans l'automate nous allons la configurer dans le logiciel softtools, en s'insérant le destinataire SMS .

Pour définir le numéro de téléphone de l'utilisateur nous allons créer une variable interne dans softtools nommé alerte –déclenchement pour surveiller le niveau.

Dont le seuil est fixe à 5 mètres au de là c'est un débordement par conséquent l'alarme se déclenchera.

La séquence d'appel automatique est configurée de telle manière d'appeler l'utilisateur 3 fois et la durée entre chaque appel est de 2 minutes voir la figure 25.

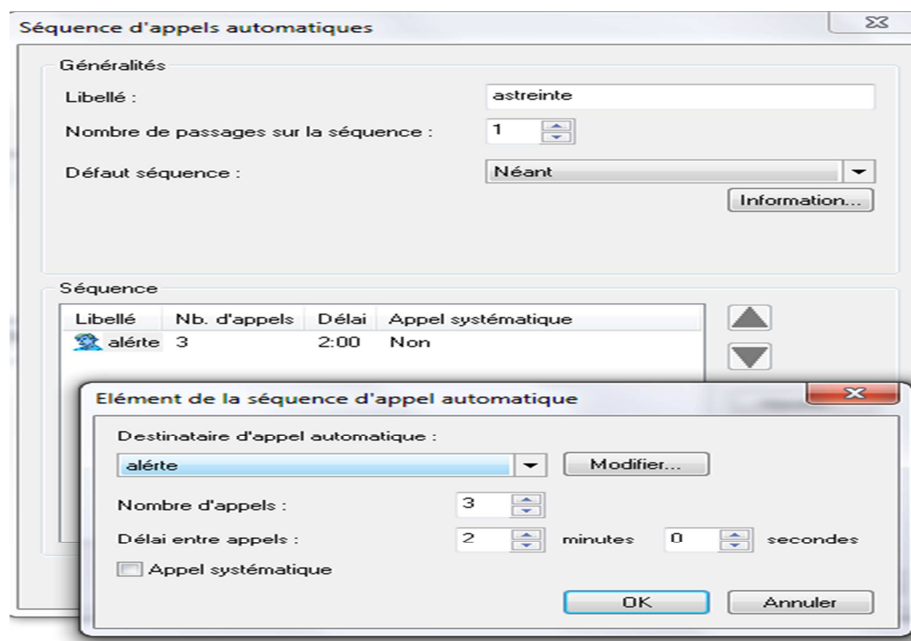


Figure 25 : Configuration séquence d'appel

## III.3.4.Communication de S550 avec le M221

Pour communiquer entre les deux automates nous allons ajouter dans softtools un interlocuteur M221 et on réalise la communication entre eux en fixant l'adresse IP à 10.70.1.33 ,c'est l'adresse IP de la puce 3G du routeur.

# CHAPITRE III

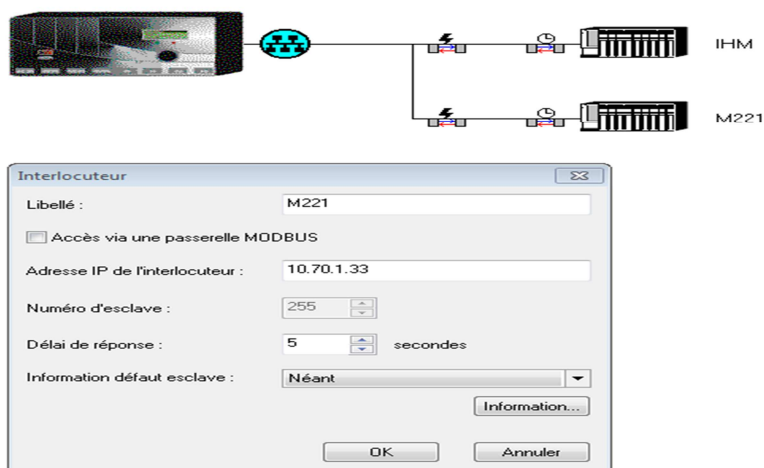


Figure 26 : Communication de S550 avec M221

## III.3.5.Communication de S550 avec l'IHM

La communication de l'IHM avec l'automate S550 permet à l'utilisateur de surveiller à distance le niveau de l'eau, pour cela il faut réaliser une communication entre le S550 et IHM en créant un interlocuteur dans softtools, et en fixant l'adresse IP de la puce 3G de IHM à 10.70.1.32 .

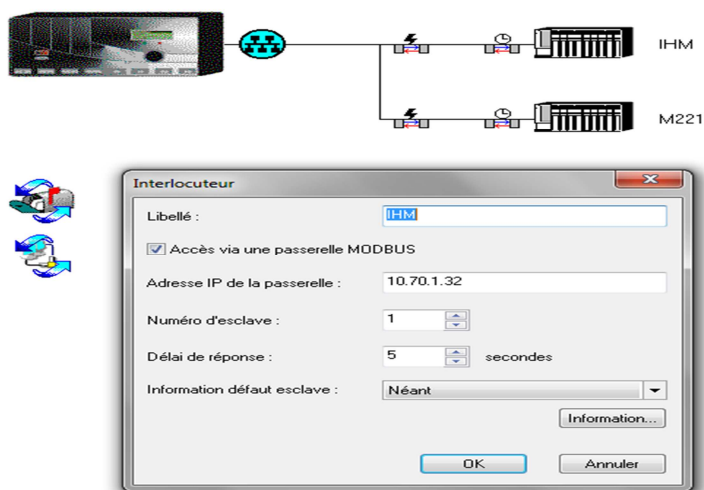


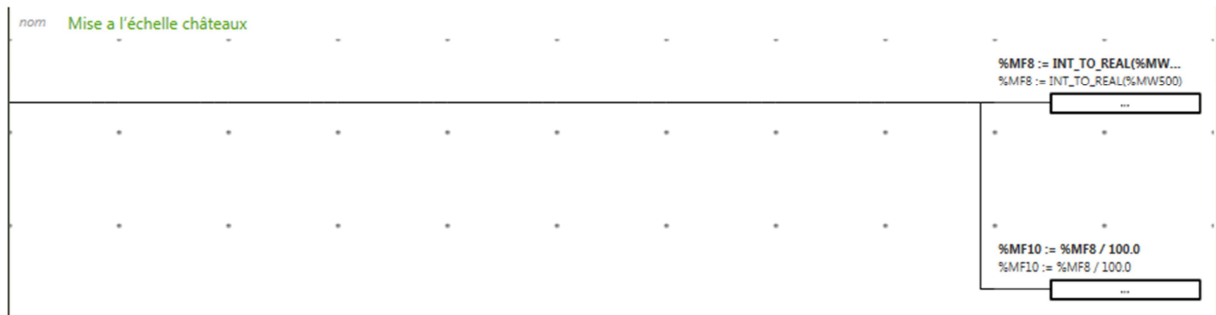
Figure 27 : Communication de S550 avec l'IHM

# CHAPITRE III

## III.4. Programmation de M221

Dans la station de pompage nous allons utiliser l'automate M221 pour gérer deux pompes et aussi communiquer avec l'automate S550 pour permettre un échange d'informations avec IHM .

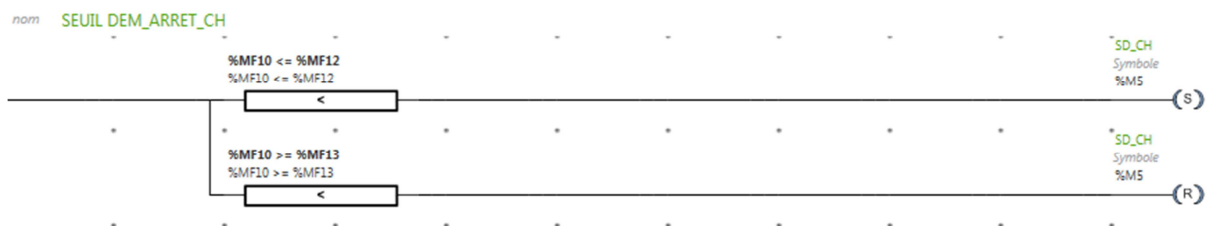
Le niveau d'eau est transmis par le S550 vers le routeur 3G M221, cette information est écrite dans l'espace mémoire dédiée à l'échange dans le mot (%MW500) cette information nécessite une mise à échelle dans le logiciel SoMachine on va convertir les données récoltées qu'elle est de type **INT ( entier )** a **REAL (réel)** en utilisant cette formule :



Pour qu'une pompe puisse fonctionner il faut que les conditions de seuil démarrage et arrêt château soient vérifiées.

Si  $\%MF10 \leq \%MF12$  → en a %M5 (SET)

Si  $\%MF10 \geq \%MF13$  → en a %M5 ( REST)



De côté réservoir nous allons réaliser une mise à échelle dans logiciel SoMachine on utilisant cette formule.

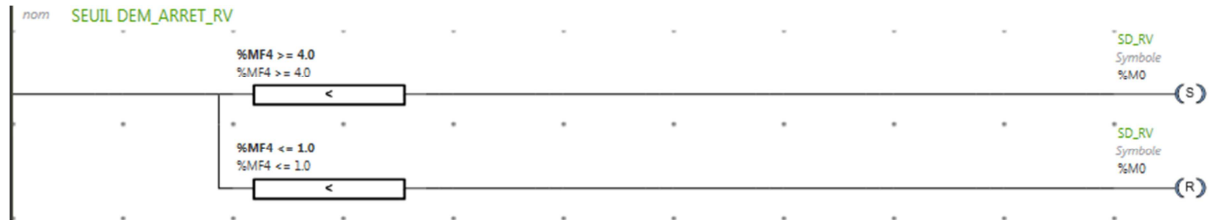


# CHAPITRE III

Et on définit les conditions seuil de démarrage et arrêt réservoir pour permettre le démarrage des pompes :

Seuil démarrage arrêt château  $\leq 1$  mètre

Seuil démarrage arrêt réservoir  $\geq 4$  mètre



Dans le cas de dépassement de seuil, le système arrête le fonctionnement des pompes

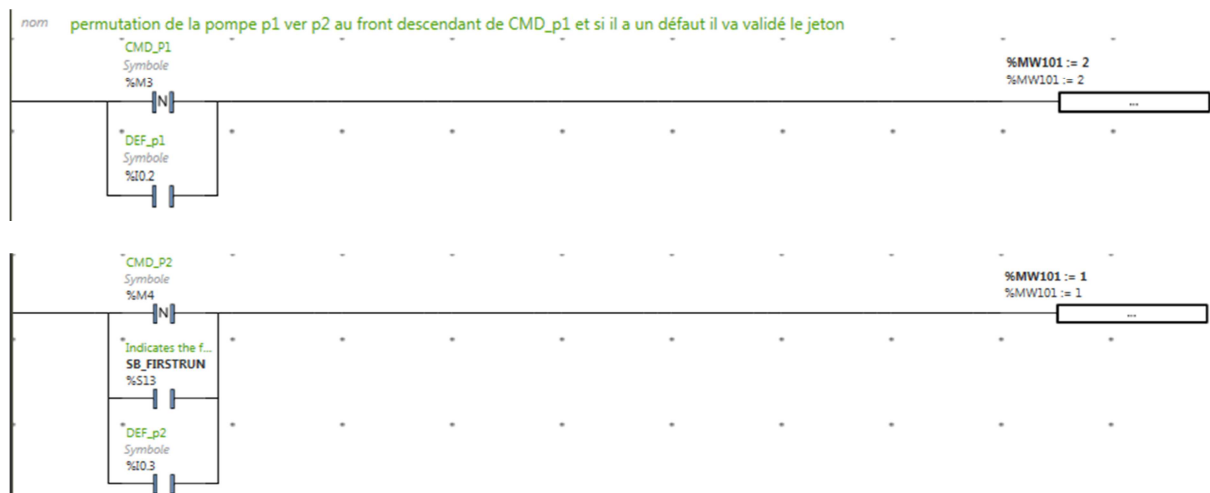
## III.4.1. Permutation des pompes

Une permutation est prévue dans les cas suivants :

Défaut de la pompe qui est en état de marche ,cette pompe doit s'arrêter et l'automate M 221 bascule sur la pompe au repos dans le cas de mode local, par contre dans le mode distant c'est l'opérateur qui se charge de la permutation.

Dans le cas au le château n'a pas atteint le seuil haut et la pompe a dépassé une durée présélectionné de IHM (XBTG) donc l'automate arrête la pompe en marche et bascule vers une autre le programme suivant illustre la méthode utilisée :

Permutation doit être effectuée de la pompe p1 vers la pompe p2 au front descendant de CMD\_p1 ou défaut p1 donc le jeton permutation valide le fonctionnement de la pompe 2 .



# CHAPITRE III

**Remarque :** %S13 c'est un bit système il ne permet d'initialiser la condition à 1 début cycle démarrage à froid

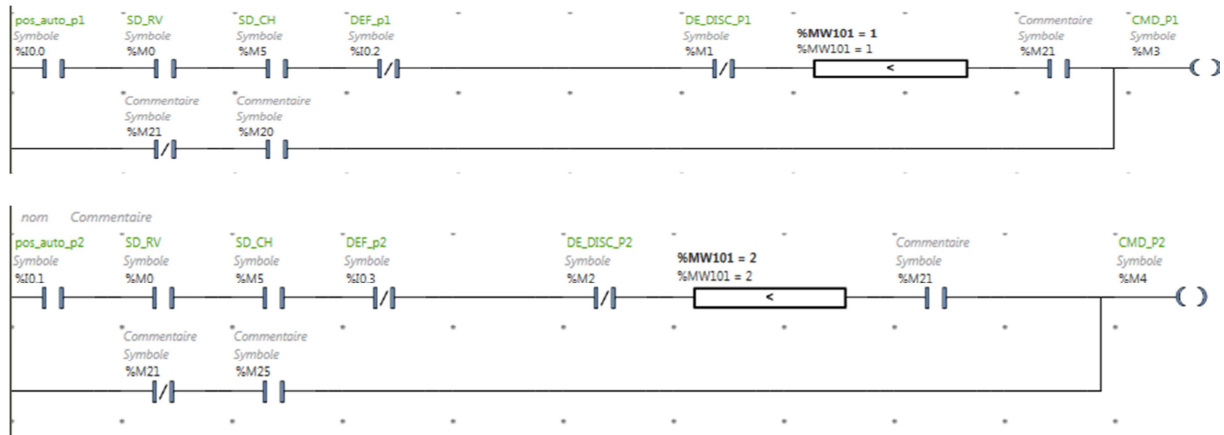
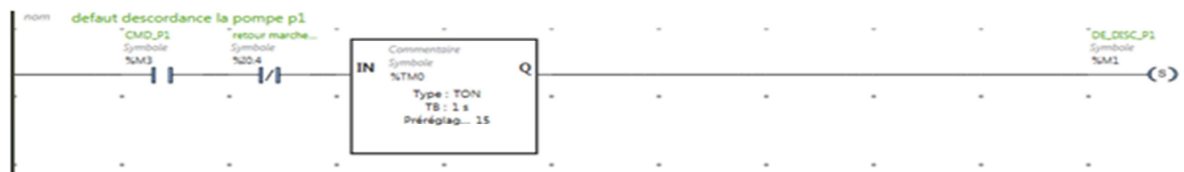


Figure 28 : Programme de permutations des pompes

## III.4.2. Défaut discordance

Dans un système automatique lorsqu'une commande de marche est affectée à la sortie physique, il faut avoir un retour de marche qui est temporisé par un temporisateur pendant une durée bien définie, si le retour de marche n'est pas confirmé donc le défaut discordance et valide ce qui engendre la permutation des pompes voir le programme illustré dans la figure 29.

### Défaut discordance pompe 1



### Défaut discordance pompe 2

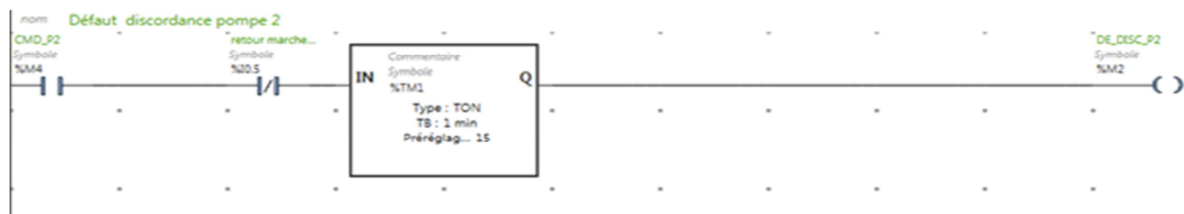


Figure 29 : Défaut discordance

# CHAPITRE III

## III.4.3.Mode télégestion

Le mode télégestion offre à l'opérateur la possibilité de commander les marches arrêt des pompes depuis l'IHM. Ce mode est prévu pour faire fonctionner les deux pompes dans les cas où l'on a un terrage important sur le château, ou bien dans le cas où il y aurait un problème au niveau du système, donc l'opérateur bascule vers le mode distant.

On a deux modes :

- ✓ **mode local** c'est l'automate qui gère le système
- ✓ **mode distant** c'est l'opérateur qui commande la station à partir de l'IHM

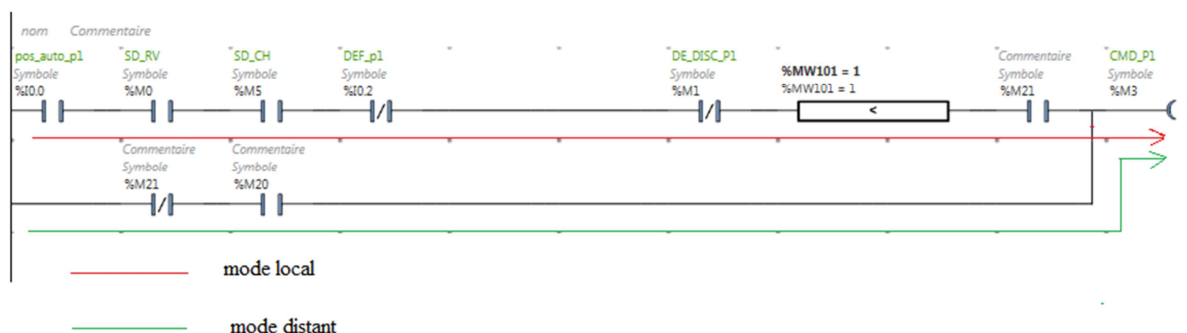


Figure 30 : Mode local et distant

## III.5.Communication M221 avec l'IHM

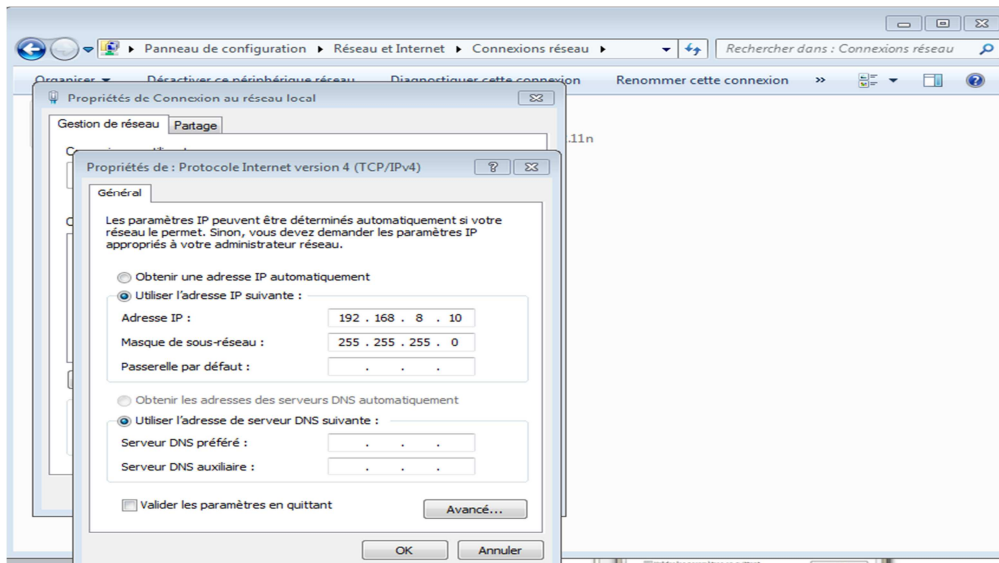
Pour transmettre les données et les défauts vers l'IHM, l'automate M221 est connecté à un routeur 3G pour permettre la communication et l'échange de données en temps réel, pour faire la liaison hertzienne avec l'IHM.

Il faut configurer le routeur 3G qui permet de réaliser la communication avec les équipements.

### III.5.1.Configuration de routeur 3G

Il faut fixer l'adresse IP de l'ordinateur à : 192.168.8.10 pour le mettre sur le même réseau avec le routeur 3G, pour cela il faut accéder : panneau de configurations -> réseau et internet -> connections réseau et modifier les paramètres de protocole TCP/IPv4.

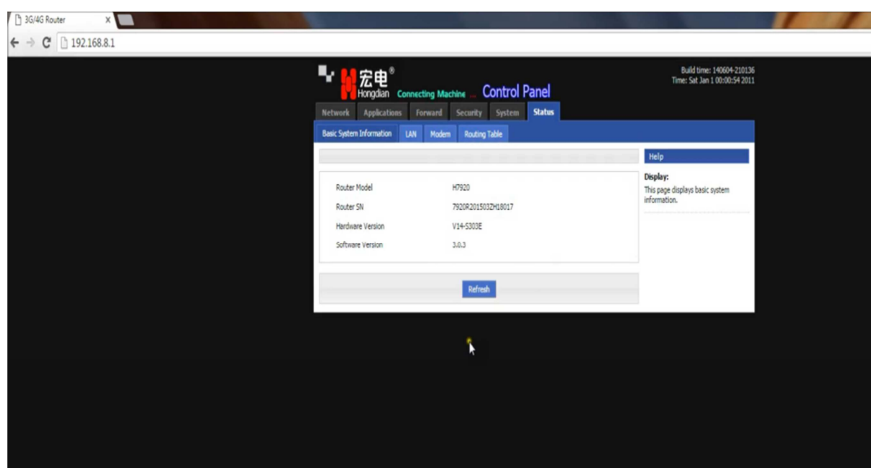
# CHAPITRE III



**Figure 31 : Fixé l'adresse de PC a 192.168.8.10**

Étape suivante est de brancher le routeur avec un câble torsadé RG45 vers le port réseau de PC, puis démarrer le navigateur web et dans le champ adresse (URL) entré l'adresse <http://192.168.8.10> pour accéder au panneau de configuration de routeur.

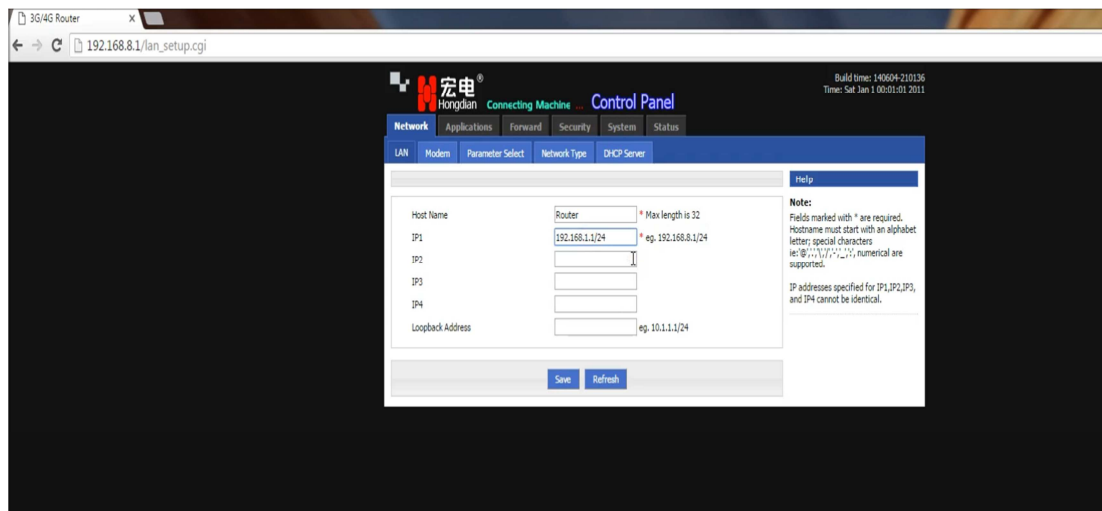
Il faut saisir dans le champ nom d'utilisateur admin (par défaut) et dans le champ de mot de passe admin (par défaut) et la page d'accueil va s'afficher voir la figure suivante.



**Figure 32 : Page d'accueil de routeur**

Cliquez sur Network→LAN pour changer l'adresse IP du routeur, ensuite cliquez sur (save).

# CHAPITRE III



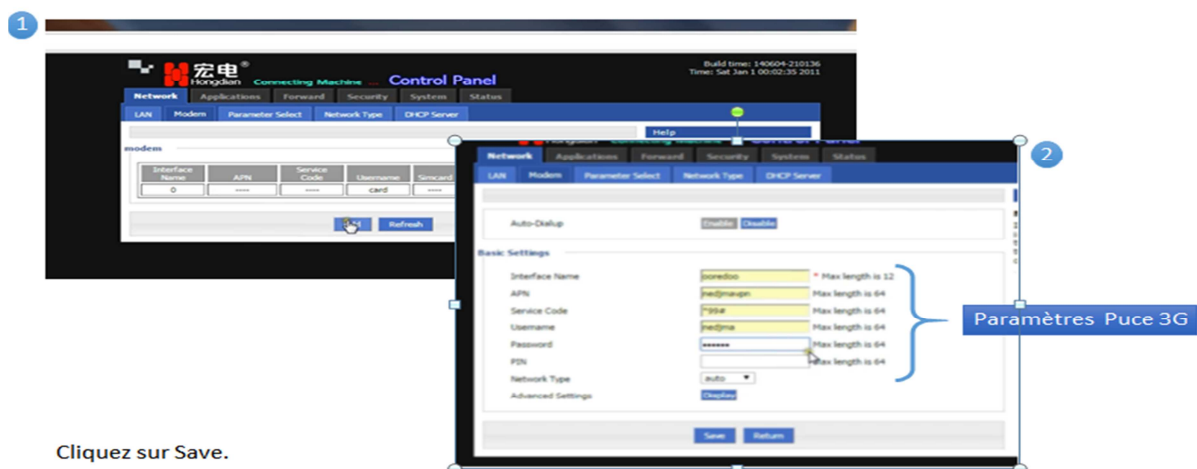
**Figure 33 : Changer l'adresse IP du routeur**

Une fois l'adresse IP de routeur est changé il faut changer l'adresse IP de PC pour permettre d'accéder une autre fois au routeur.

Cliquez sur Network→Modem, ensuite cliquez sur (ADD).

**Et remplir les paramètres de configurations de la puce 3G comme suit :**

- ✓ **Interface Name** : Ooredoo
- ✓ **APN** : Nedjmapvn
- ✓ **Service code** : \*99#
- ✓ **Username** : nedjma
- ✓ **Passwerd** : nedjma



Cliquez sur Save.

**Figure 34 : Paramètre de configuration de la puce 3G**

# CHAPITRE III

Cliquez sur status→Modem, pour voir l'état de réseau 3G

L'adresse IP de la puce 3G :10.70.1.33

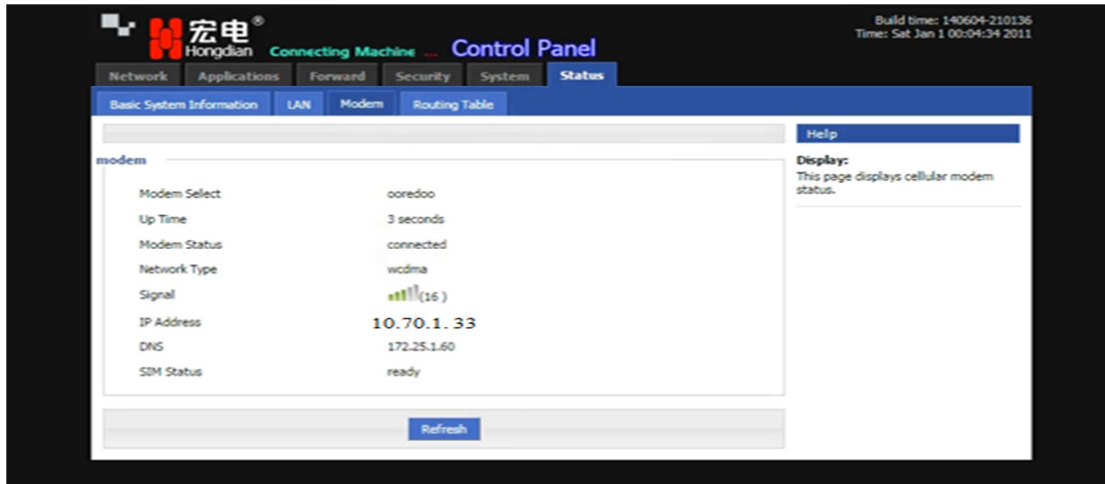


Figure 35 : Etats de réseau 3G

Cliquez sur Forward→Routing pour introduire la passerelle 192.168.1.73

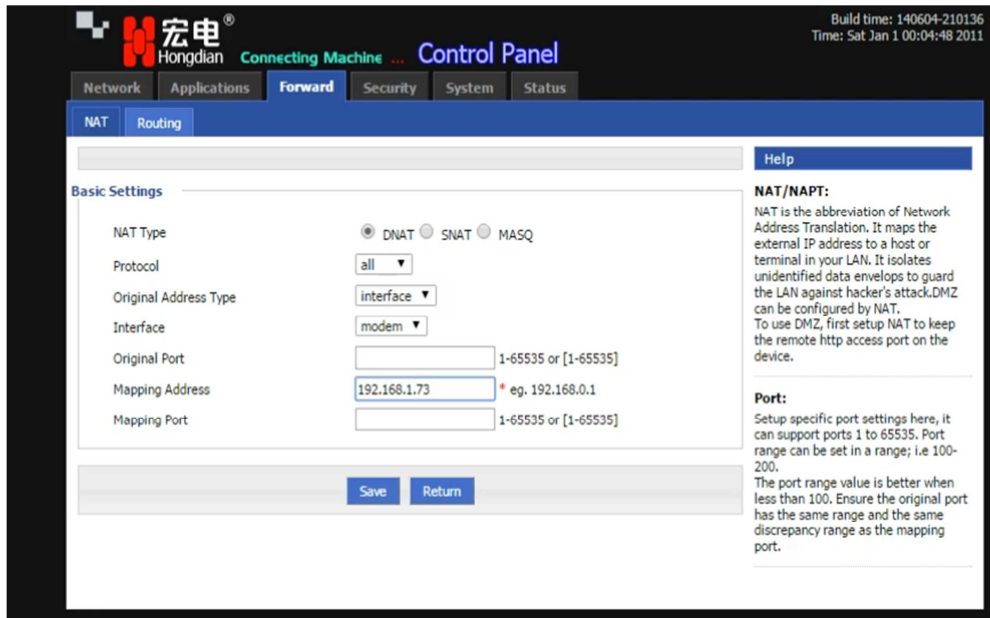
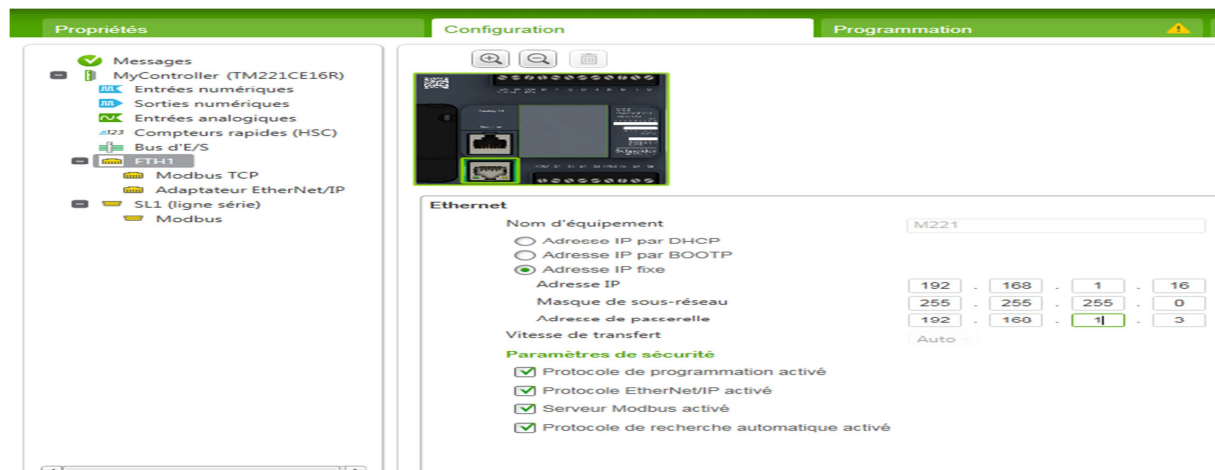


Figure 36 : Introduction sur l'adresse de passerelle

Une fois la configuration est terminée on introduit l'adresse de la passerelle dans le logiciel SoMachine pour réaliser la communication entre le M221 et l'IHM.

# CHAPITRE III



**Figure 37 : Fixé l'adresse IP de M221**

## III.6.Communication de IHM avec le s550 et M221

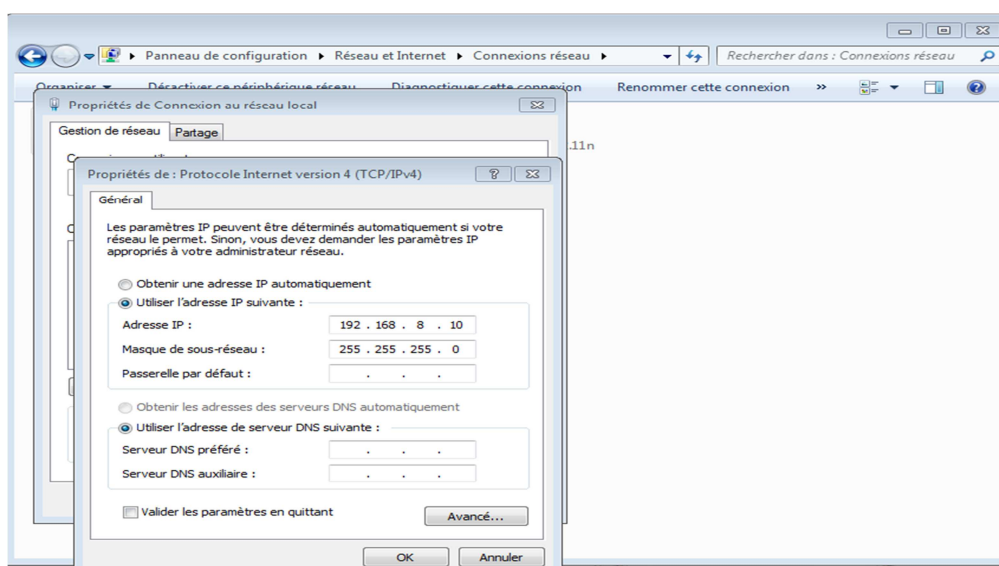
L'IHM doit fournir l'Etat de système, temps de démarrage, état des commutateurs, et effectuer des forages pour sélectionner le mode auto-télégestion modification pour permettre à l'opérateur de surveiller le système.

Pour faire communiquer l'IHM avec les automates M221 et S550 on configure le routeur 3G qu'est relié à l'IHM qui permet de réaliser la communication.

### III.6.1.Configuration de routeur 3G

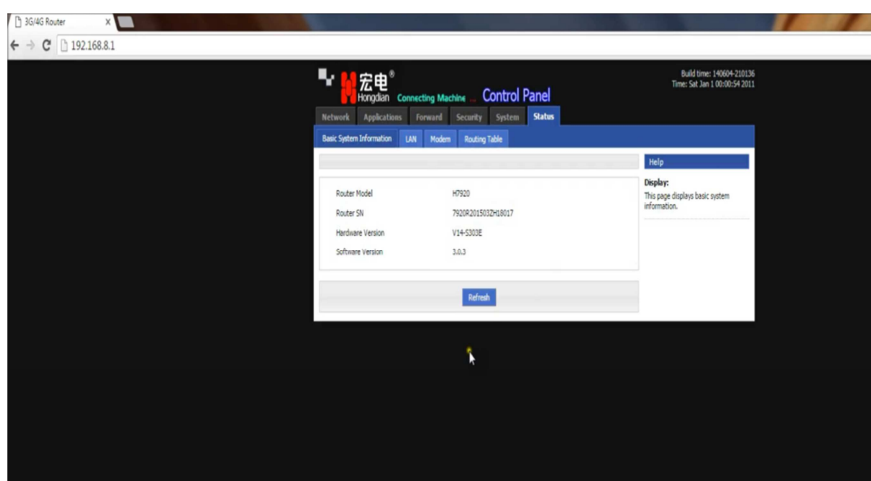
Il faut fixer l'adresse IP de l'ordinateur à : 192.168.8.10 pour le mettre sur le même réseau avec le routeur 3G, pour cela il faut accéder : panneau de configurations -> réseau et internet -> connections réseau et modifier les paramètres de protocole TCP/IPv4.

# CHAPITRE III



**Figure 38 : Adresse IP de PC**

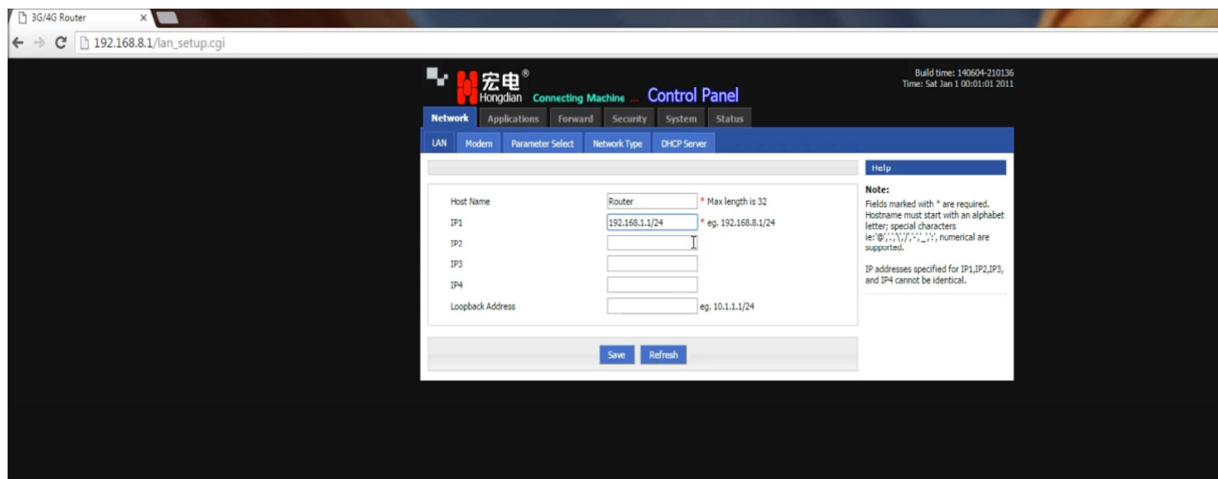
Une fois l'adresse de PC fixé il faut relier le routeur avec un câble torsadé RG45 vers le port réseau de PC, puis démarrer le navigateur web et dans le champ adresse (URL) entré l'adresse `http:// 192.168.8.10` pour accéder au panneau de configuration de routeur il faut saisir dans le champ nom d'utilisateur admin (par défaut) et dans le champ de mot de passe admin (par défaut)



**Figure 39 : Page d'accueil de routeur**

Cliquez sur Network → LAN pour changer l'adresse IP du routeur, ensuite cliquez sur (save).

# CHAPITRE III



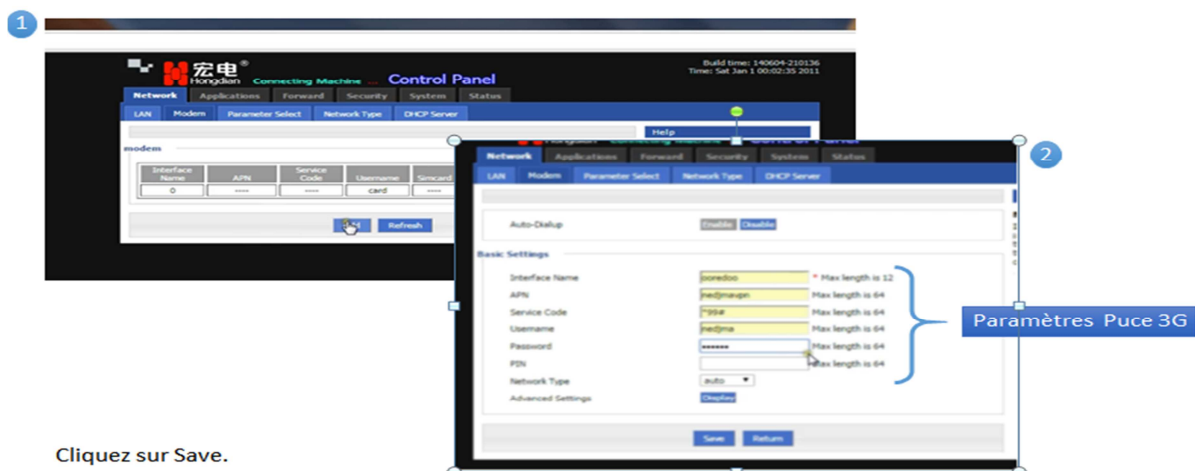
**Figure 40 : Changement de l'adresse IP de routeur**

Une fois l'adresse IP de routeur est changé il faut changer l'adresse IP de PC pour permettre d'accéder une autre fois au routeur .

Cliquez sur Network→Modem, ensuite Cliquez sur (ADD).

Et remplir les Paramètre de confuguration de la puce 3G comme suit :

- **Interface Name** : Ooredoo
- **APN** : Nedjmapvn
- **Service code** : \*99#
- **Username** : nedjma
- **Passwerd** : nedjma



Cliquez sur Save.

**Figure 41 : Paramètre de configuration de la puce 3G**

# CHAPITRE III

Cliquez sur Status→Modem, pour voir l'état de réseau 3G

L'adresse IP de routeur 10.70.1.32

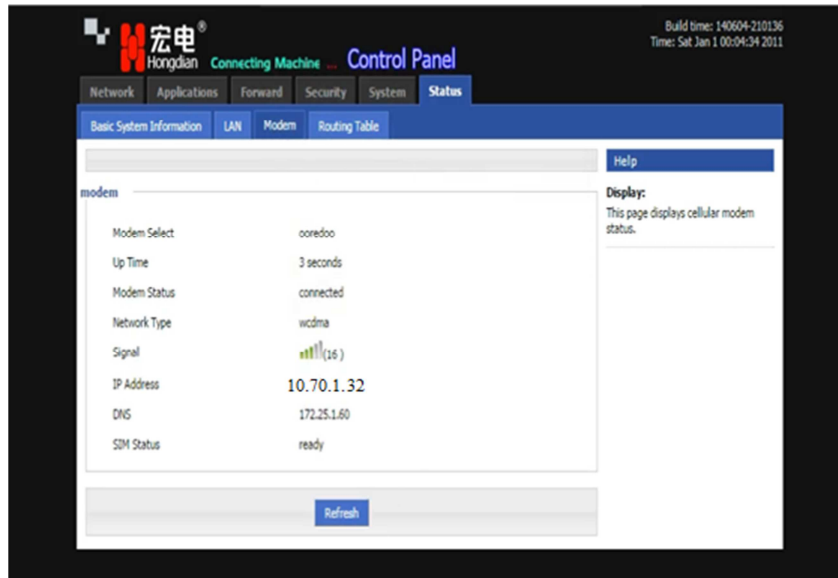


Figure 42 : L'état de réseau 3G de routeur

Pour Cliquez sur Forward→Routing pour introduire la passerelle 192.168.1.16

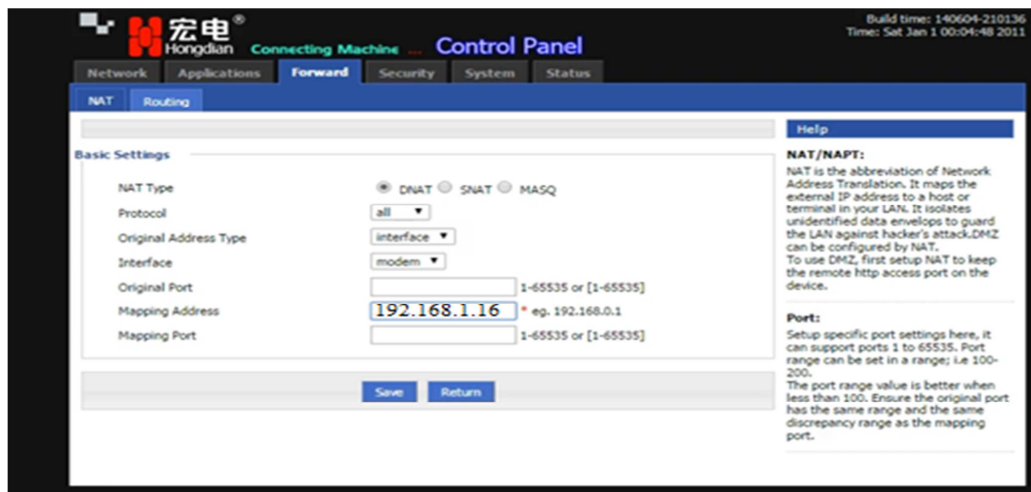


Figure 43 : Introduire la passerelle

Une fois la configuration du routeur terminée il faut réaliser la communication en configurant l'adresse IP des équipements MODBUS TCP/IP de M221 et S550 dans vijeo designer dans la fenêtre navigateur sélectionné :

- **Gestionnaire d'entrée/sortie**

# CHAPITRE III

- Accéder au modbus TCP/IP
- Sélectionné l'équipement M221

La fenêtre de configuration de M221 on tape l'adresse IP 10.70.1.33 que la IHM va pointer pour récupérer l'information cette adresse IP appartient à une puce de routeur 3G qui est relié à l'automate M221.

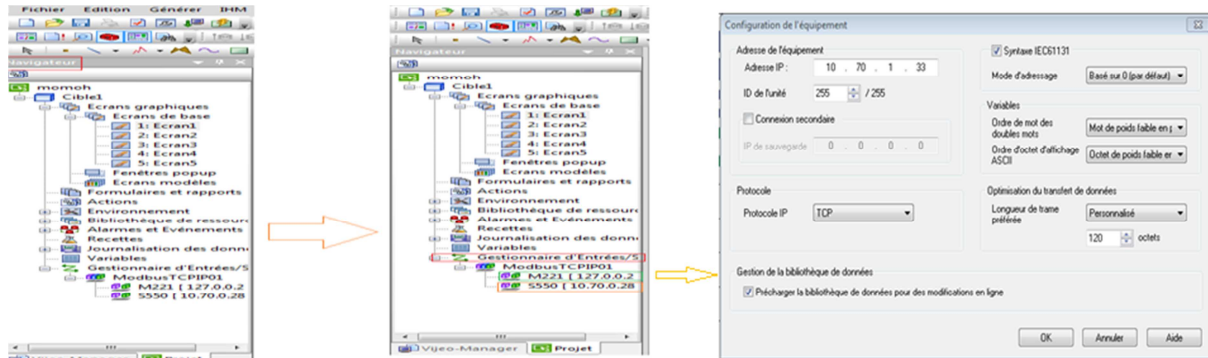


Figure 44 : Configuration de Modbus TCP de M221

La communication de l'automate S550 avec l'IHM ce fait on fixant l'adresse IP 10.70.0.28 de routeur 3G .

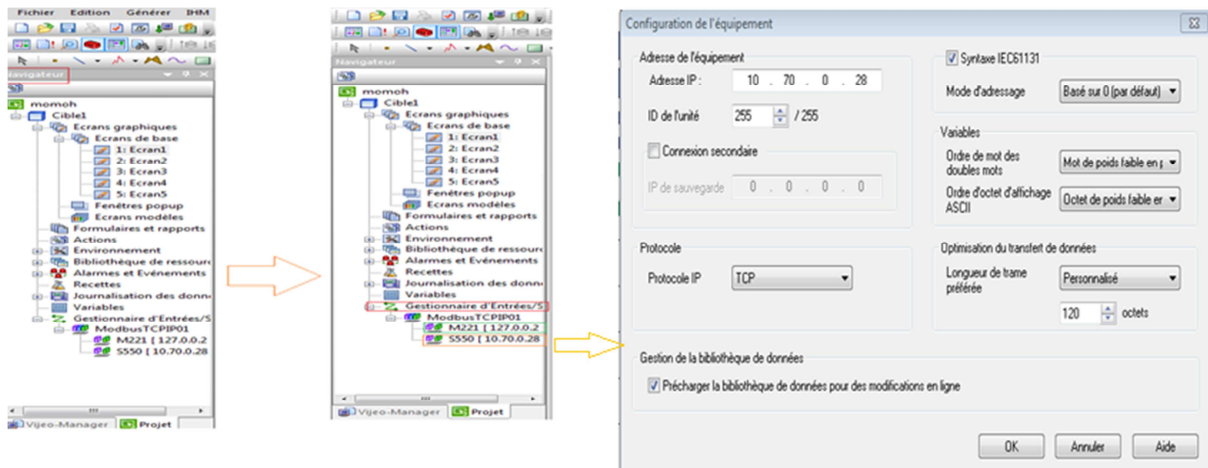


Figure 45 : Configurations de Modbus TCP de S550

# CHAPITRE III

## III.7.Presentation de l'application

### III.7.1. La page d'accueil

La page d'accueil englobe tous les équipements de l'application qui permet à l'opérateur d'accéder à n'importe quelle fenêtre par un simple clic sur la page pour contrôler et communiquer avec les équipements, il contient aussi un bouton système permet de configurer les paramètres de l'IHM (langue ,date et heure ,mémoire luminosité ,redémarrage ), et le mode hors ligne permet de configurer les paramètres de communication (réglage réseaux , Gestions des entré sortie , Auto teste....ets), voir la figure 46.

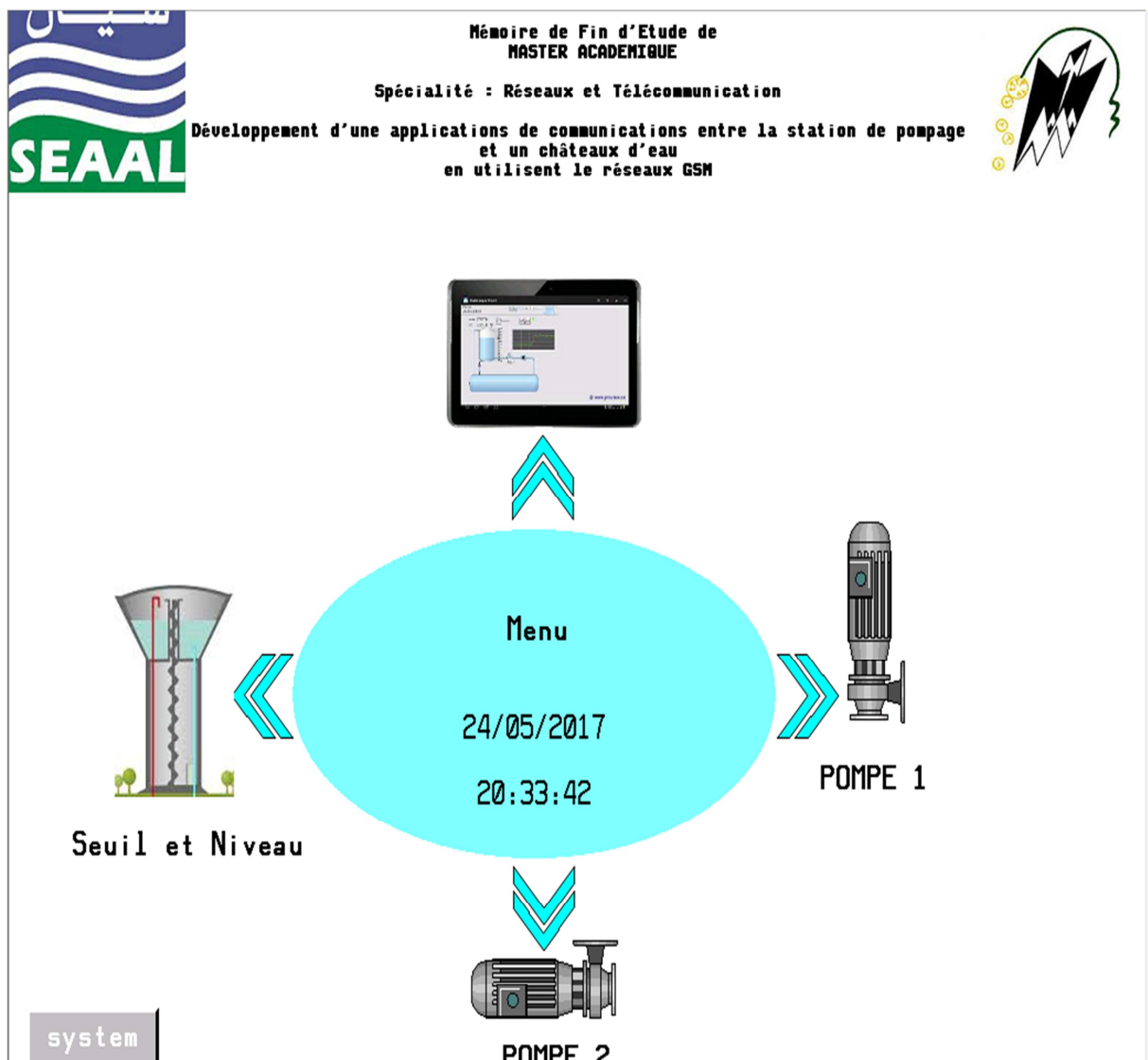


Figure 46 : Page d'accueil

# CHAPITRE III

## III.7.2. Les différents blocs de synoptique générale de l'application

### III.7.2.1 Mode distant

Dans le mode distant c'est l'opérateur qui gère le système, le synoptique général est affiché dans l'IHM pour permettre à ce dernier d'avoir une vision générale et en temps réel le fonctionnement des équipements de système et de surveiller les défauts et les alertes, il contient les trois blocs suivants :

- Bloc chateau d'eau
- Bloc station de pompage (pompe 1 , pompe 2 )
- Bloc réservoir

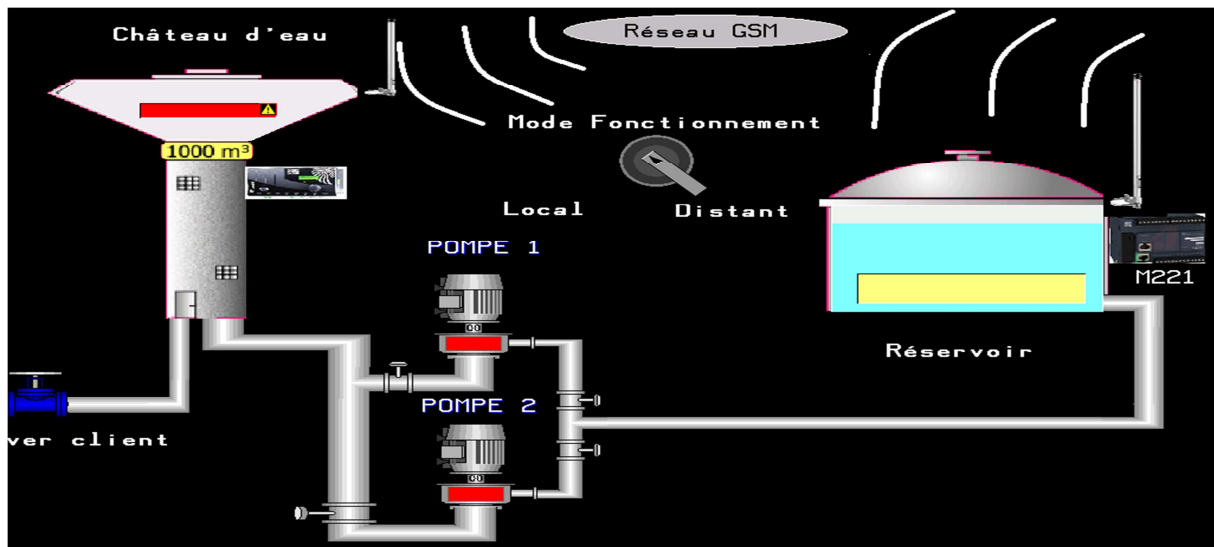
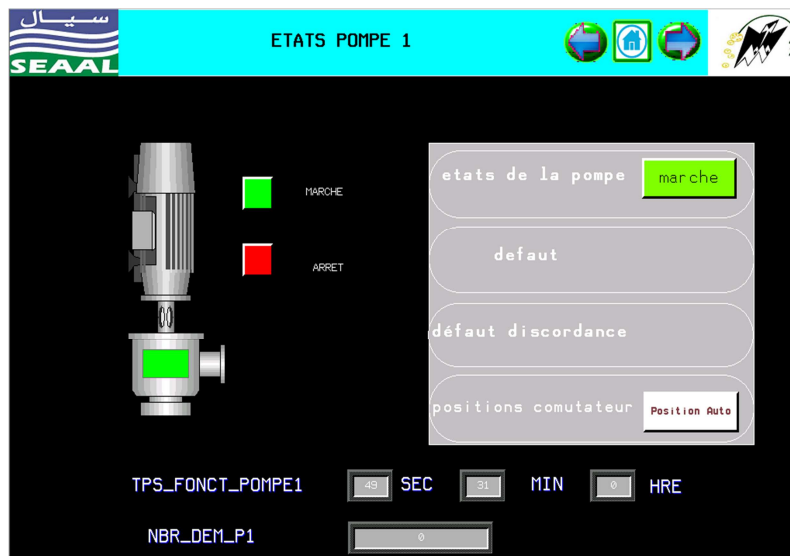


Figure 47 : Les différents blocs de synoptique

Dans le cas où l'opérateur appuie sur l'image de la pompe 1 le système l'orient directement vers une autre fenêtre pour voir l'état de fonctionnement de la pompe 1 la (figure 48) montre les états de fonctionnement de la pompe 1.

# CHAPITRE III



**Figure 48 : Etats pompe 1**

Ici la pompe 1 est en états de marche pas de défaut et l'opérateur peut aussi voir le nombre de démarrage de la pompe et le temps de marche, dans le cas où il y aurait défaut le système va afficher un message en couleur **Jaune** dans la case défaut voir la (figure 49)



**Figure 49 : Défaut pompe 1**

Dans ce cas l'opérateur doit basculer en urgence vers l'autre pompe et arrêter, la pompe 1 puisqu'on est en mode distant d'après le synoptique général dans le cas de mode local c'est l'automate M221 qui se charge de la permutation et de basculer automatiquement vers l'autre pompe, le schéma synoptique montre la communication et le démarrage de la pompe 2 et il affiche un petit Caro jaune dans la pompe 1 toujours dans le mode distant voir la figure 50.

# CHAPITRE III

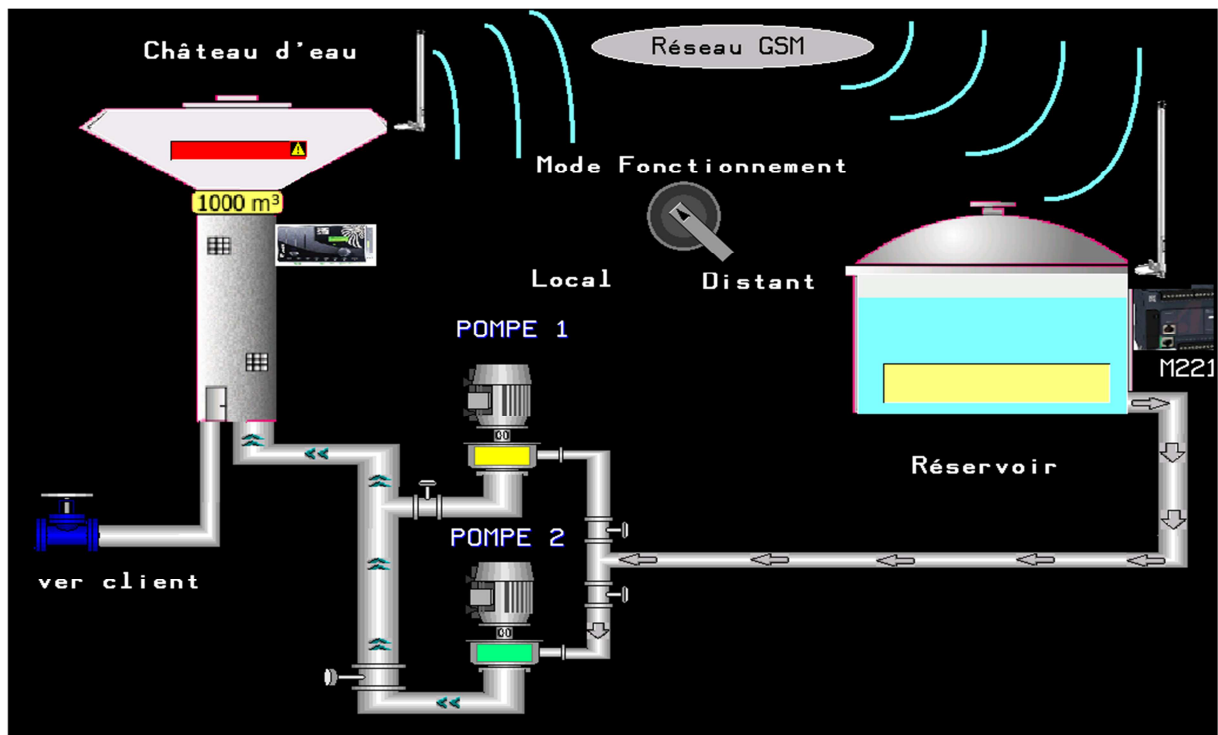


Figure 50 : Permutation entre les deux pompes

Pour voir l'état de fonctionnement de la pompe 2 il suffit à l'opérateur qu'il appuie sur l'image de la pompe et le système l'oriente vers une autre fenêtre voir la figure 51 .

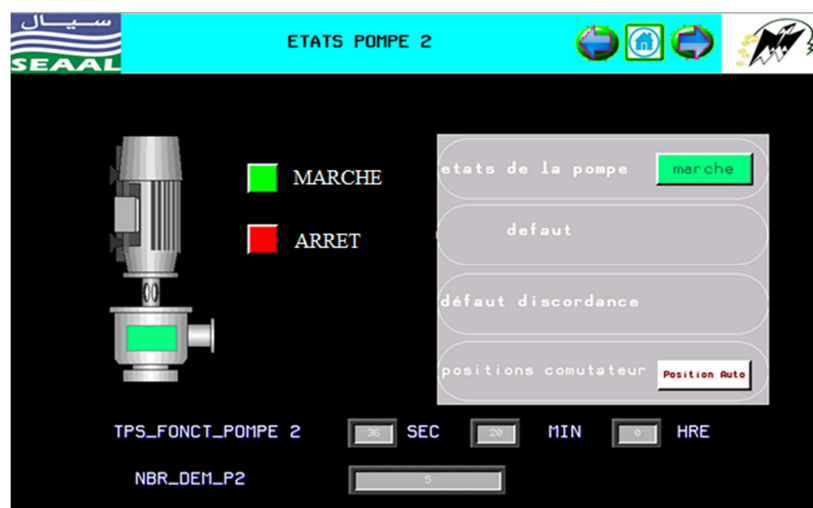


Figure 51 : Pompe 2 en marche

En cas où l'opérateur appuie sur le bouton marche de la pompe 2 et cette dernière n'est pas en état de marche dans ce cas-là il y a un default discordance pour informer

# CHAPITRE III

l'opérateur qu'il y a une anomalie au niveau de cette pompe, puis il va s'afficher dans le tableau de la pompe, la figure suivante montre le défaut discordance.

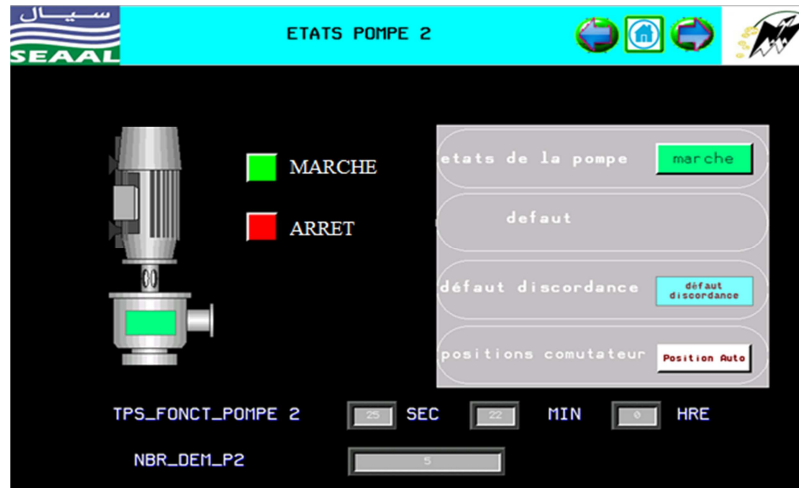


Figure 52 : Défaut discordance de la pompe 2

Dans ce cas la **pompe 2** tombe en panne l'opérateur doit basculer vers l'autre pompe 1 pour maintenir l'alimentation en eau potable le basculement se fait manuellement par le mode distant.



Figure 53 : Pompe 1 marche

# CHAPITRE III

## III.7.2.2. Mode local

Dans ce mode, c'est l'automate M221 qui gère la station de pompage et assure le bon fonctionnement et se charge des permutations des pompes dans le cas d'un défaut du système, pour cela il suffit que l'opérateur appuie sur le commutateur dans l'écran d'accueil de l'IHM pour basculer à ce mode voir la figure suivante.

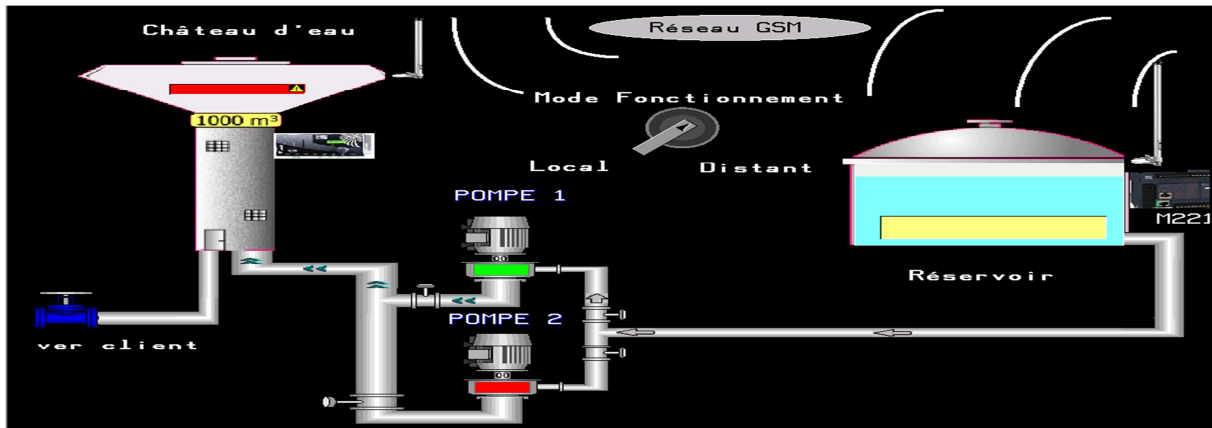


Figure 54 : Mode local

L'application offre la possibilité à l'opérateur de relever le niveau de château et le réservoir par un simple clic sur l'image de château au réservoir sur la page d'accueil et de modifier le seuil démarrage, arrêt réservoir et château et contrôler l'état de la sonde de niveau s'il est en défaut.

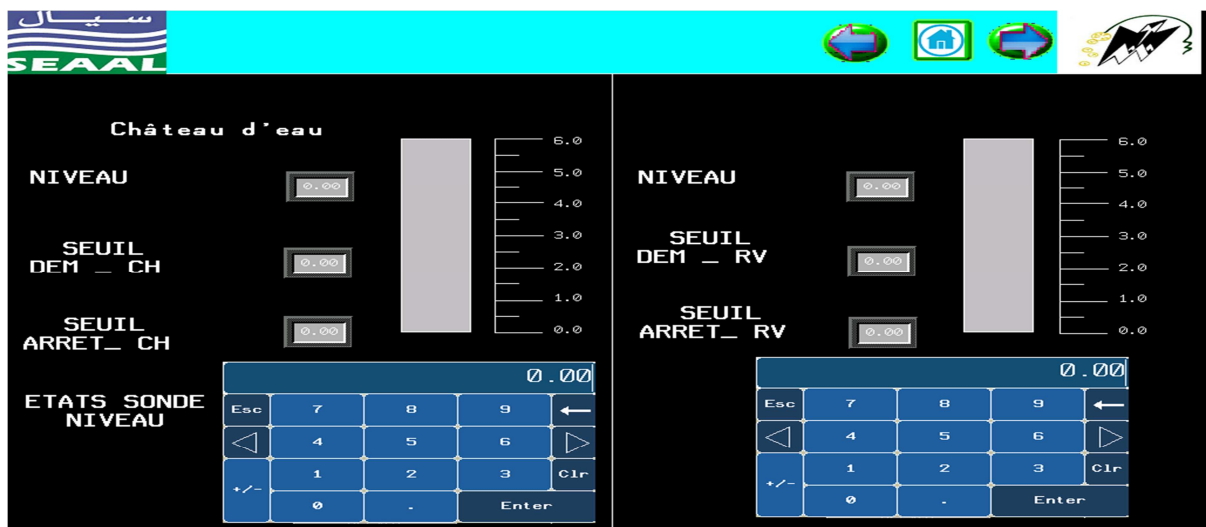


Figure 55 : Modification des seuils

# CHAPITRE III

---

## **III.8. Discussion**

Dans ce chapitre, nous avons développé la solution et les principes de communication entre une station de pompage et un château d'eau en utilisant le réseau GSM. Nous avons également réalisé une série de tests d'application au niveau de l'entreprise, pour améliorer le rendement et le développement durable de l'entreprise SEAAL.

## Conclusion

---

Dans ce mémoire, j'ai présenté une solution de communication visant l'amélioration du réseau de l'entreprise SEAAL d'Alger y compris son système de gestion d'eau potable, et aussi la surveillance de ces stations de pompage à distance.

Le système de communication développé offre la possibilité de transmettre l'information à des grandes distances entre différents sites, de gérer et de contrôler la situation des châteaux en temps réel. Mais, c'est important de souligner que notre approche présente aussi des inconvénients dans le cas où l'opérateur possède des perturbations dans le réseau.

Comme perspective, pour améliorer mon travail, nous proposons d'utiliser d'autres types d'automates programmables plus récent avec d'autres logiciel de programmation ainsi que l'installation des générateurs de courant aux niveaux des châteaux d'eau pour assurer l'alimentation continus des équipements en cas de coupure d'électricité.

Au cours de mon stage pratique à SEAAL, j'ai pu acquérir l'expérience d'installation et de configuration des automates programmables, maintenance des équipements sur site.

Grâce à ce projet, l'entreprise SEAAL pourra contrôler les sites à distance, et éviter le débordement d'eau.

## Bibliographie

---

- [1] Michel Germain, LES réseaux de téléphonie mobile, ATENA 2014
- [2] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Antenne-relais>
- [3] Jean-Philippe Muller, Le réseau GSM et le mobile, Version 07/2002
- [4] Eric MEURISSE, L'UMTS et le haut-débit mobile, Février 2007
- [5] Shenzhen Hongdian , Mobile Data Communications ,2006
- [6] [https://www.mynetfone.com.au/media/support/downloads/W25\\_QuickGuide.pdf](https://www.mynetfone.com.au/media/support/downloads/W25_QuickGuide.pdf)
- [7] [http://www.acgrenoble.fr/ecole.entreprise/CRGE/cteressources/modbus/Protocole\\_Modbus.pdf](http://www.acgrenoble.fr/ecole.entreprise/CRGE/cteressources/modbus/Protocole_Modbus.pdf)
- [8] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe\\_centrifuge](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe_centrifuge)
- [9] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur>
- [10] <http://www.schneider-electric.fr/fr/product-range-download/62128-contr%C3%B4leurs-logiques-modicon-m221#tabs-top>
- [11] Documentation de logiciel sofrel SEAAL
- [12] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Interactions\\_homme-machine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Interactions_homme-machine)
- [13] [www.schneiderelectric.com](http://www.schneiderelectric.com)
- [14] <http://isp.ljm.free.fr/manuels/num/fr/ladderfr.pdf>
- [15] Documentation de logiciel Vijeo Designer de SEAAL
- [16] <http://les-electroniciens.com/sites/default/files/cours/cours-communications-asynchrones.i2621.v080.pdf>
- [17] <https://aresu.dsi.cnrs.fr/IMG/pdf/cours.ethernet.pdf>
- [18] Fabrice PORTIER , systèmes hertziens à forte efficacité spectrale pour les communications mobiles,2007

## 1 ) Caractéristiques du routeur de H7920

- Partie GPRS / EDGE
- Prise en charge de la bande double GSM / GPRS / EDGE
- Conforme à ETSI GSM Phase 2 + Standard partie CDMA
- Support de bande 800 / 1900MHz
- Horloge en temps réel

### - Panneau avant du routeur H7920



Figure 1 :Panneau avant du routeur H7920

### Description LED:

- **10M:** LED 10BaseT, s'allume lorsqu'elle est connectée avec un lien 10M.
- **LINK:** LED LAN s'allume lorsqu'elle est connectée.
- **NET:** LED du réseau radio, clignotant pendant la connexion, s'allume lors de la connexion In (dépend du réseau, vérifiez les définitions à l'aide en ligne).
- **RUN:** LED du routeur Galaxy, clignotant signifie fonctionnement normal.
- **La carte SIM ou UIM** peut être insérée et mise à jour en appuyant sur la carte SIM / UIM **Bouton de tiroir.**

### Panneau arrière du routeur H7920



Figure 2 :les connecteurs du routeur H7920

- **COM:** Port série (RS-232/485), port de données série ou port de console.
- **RJ45:** interface Ethernet à détection automatique 10 / 100BaseT.
- **DC:** interface d'alimentation CC (+ 5VDC, + 7.5V ~ + 24VDC en option, Vérifiez l'étiquette avant de l'allumer.)
- **RESET:** bouton de réinitialisation, maintenez la touche enfoncée pendant 5 secondes pour réinitialiser le Le routeur Galaxy retourne à ses configurations d'usine par défaut.
- **ANT:** interface d'antenne (femelle SMA), standard, antenne de véhicule, Antenne directionnelle en option.

### 2) Caractéristique de routeur l'Ericsson W25

- comprend des fonctions vocales accessibles par rapport à la norme
- Interfaces téléphoniques analogiques. Services réseau tels que prépayés

Abonnements, identification de l'appelant (Le renvoi d'appel et les appels conférence multipartite sont pris en charge).

- Fax
- L'Ericsson W25 prend en charge les fonctions de télécopie sur IP (T.38) en utilisant un paquet
- L'Ericsson W25 prend en charge une configuration de réseau local avancée. Il

Fournit un routage IP, une commutation Ethernet, un service DHCP et un NAT.

- Partage de fichiers et d'imprimantes
- Le partage de fichiers et de fichiers réseau est pris en charge via une connexion USB.

- Accès sans fil local avec sécurité de haut niveau
- L'Ericsson W25 est un point d'accès WLAN pour les locaux sans fil

### - **Panneau arrière de routeur W25**

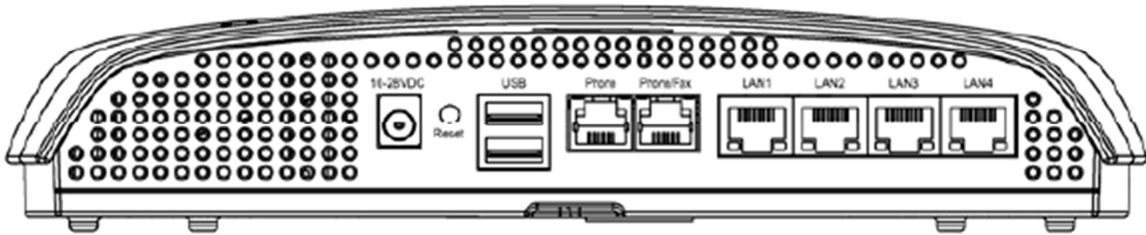


Figure 3 : Panneau arrière de Ericsson W25

### 3) Principales caractéristiques techniques MODBUS TCP/IP

- Couche physique + liaison : Ethernet.
- Débit : 10-100 Mbaud.
- Topologies: étoile, anneau.
- Couche réseau+transport: TCP/IP.
- Méthode d'accès: client/serveur.
- Equipements: client, serveur, passerelle, switch, hub.
- Connecteurs recommandés: RJ45 classique ou IP65.

### 4) Présentations de l'automate programmable M221 (TM221CE16R)

Le **M221** est doté de puissantes fonctionnalités et peut servir à une large gamme d'applications.

La configuration, la programmation et la mise en service sont effectuées à l'aide du logiciel SoMachine Basic .

#### - **Langages de programmation**

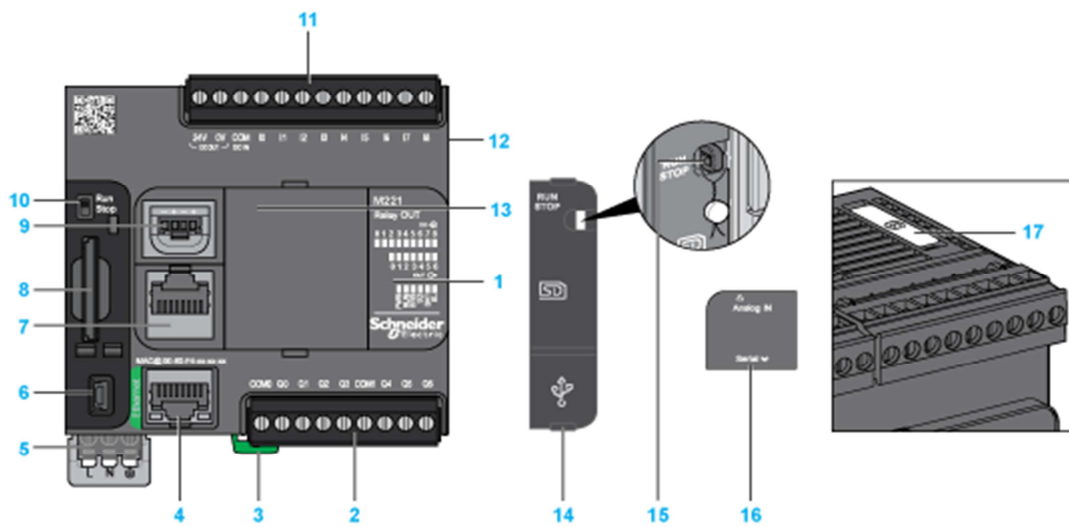
Le M221 est configuré et programmé avec le logiciel SoMachine Basic qui prend en charge les logiciels de programmation [IEC 61131-3](#) suivants :

# Annexe

- IL : (Instruction List) liste d'instructions
- LD : (Ladder Diagram) schéma à contacts
- Grafcet (liste)
- Grafcet (SFC)

## Description

L'illustration suivante montre les différents composants du contrôleur logique :



# Annexe

N°	Description	Référence
1	Voyants d'état	–
2	Bornier de sorties débrochable	<a href="#">Règles relatives aux borniers à vis débrochables</a>
3	Système de verrouillage encliquetable pour rail oméga (DIN) de 35 mm (1,38 in.)	<a href="#">Rail DIN</a>
4	Port Ethernet / connecteur RJ45	<a href="#">Port Ethernet</a>
5	Alimentation 100 à 240 VCA	<a href="#">Alimentation</a>
6	Port de programmation USB mini-B / Pour le raccordement des bornes à un ordinateur de programmation (SoMachine Basic)	<a href="#">Port de programmation USB mini-B</a>
7	Port de ligne série 1 / connecteur RJ45 (RS-232 ou RS-485)	<a href="#">Ligne série 1</a>
8	Emplacement de la carte SD	<a href="#">Emplacement de la carte SD</a>
9	2 entrées analogiques	<a href="#">Entrées analogiques</a>
10	Interrupteur Run/Stop	<a href="#">Interrupteur Run/Stop</a>
11	Bornier débrochable d'entrée et alimentation intégrée utilisés pour la connexion des capteurs aux entrées. <sup>(1)</sup>	<a href="#">Règles relatives au bornier à vis débrochable</a>
12	Connecteur d'extension d'E/S	–
13	Emplacement de la cartouche	–
14	Capot de protection (emplacement de la carte SD, interrupteur Run/Stop et port de programmation USB mini-B)	–
15	Crochet de verrouillage	–
16	Cache amovible pour entrées analogiques	–
17	Logement de la pile	<a href="#">Installation et remplacement de la pile</a>

**Tableaux 1 : différent composant du M221**

## - Caractéristiques de l'alimentation intégrée :

- Tension : 24 V -15 % à +10 % isolée
- I<sub>max.</sub> : 250 mA
- Pas de protection ni détection de surcharge

## ✓ Voyants d'état

L'illustration suivante montre les voyants d'état :

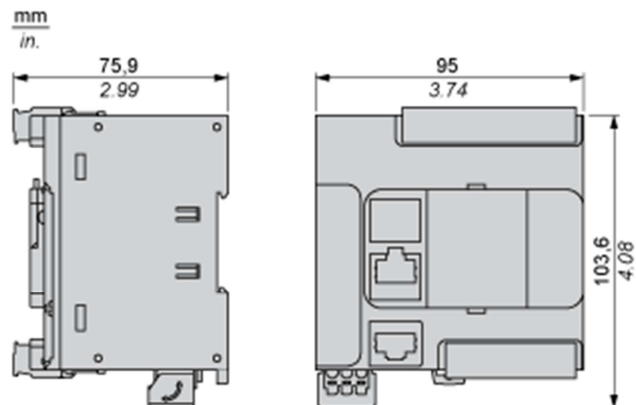


# Annexe

Libellé	Type de fonction	Couleur	Etat	Description		
				Etats du contrôleur (1)	Communication sur le port PRG	Exécution de l'application
PWR	Alimentation	Vert	Allumé	Indique que l'équipement est sous tension.		
			Eteint	Indique que l'équipement est hors tension.		
RUN	Etat de la machine	Vert	Allumé	Indique que le contrôleur exécute une application valide.		
			Clignotant	Indique qu'une application valide du contrôleur s'est arrêtée.		
			Eteint	Indique que le contrôleur n'est pas programmé..		
ERR	Erreur	Rouge	Allumé*	EXCEPTION	Restreint	NON
			Clignotement (avec voyant d'état RUN éteint)	INTERNAL ERROR	Restreint	NON
			Clignotement lent	Erreur mineure détectée (2)	Oui	Dépend du voyant d'état RUN.
			1 clignotement simple	Aucune application	Oui	Oui
SD	<a href="#">Accès carte SD</a>	Vert	Allumé	Indique un accès en cours à la carte SD.		
			Clignotant	Indique qu'une erreur a été détectée pendant l'utilisation de la carte SD.		
			Eteint	Indique qu'aucun accès n'est en cours (inactif) ou qu'aucune carte n'est présente.		
BAT	<a href="#">Pile</a>	Rouge	Allumé	Indique que la pile doit être remplacée.		
			Clignotant	Indique que la charge de la batterie est faible.		
			Eteint	Indique que la batterie est OK.		
SL	<a href="#">Ligne série 1</a>	Vert	Allumé	Indique l'état de la ligne série 1..		
			Clignotant	Signale une activité sur la ligne série 1..		
			Eteint	Indique l'absence de communication série.		

**Tableaux 2 : voyants d'état de M221**

## Dimension



**Figure 4 : dimension**

### 5) Présentations l'automate S550

#### ✓ Entrées / Sorties

S500 peut accueillir jusqu'à 7 cartes d'entrées/sorties intégrées dans son boîtier rack. De plus, grâce au port « 485-I/O » dédié, S500 peut communiquer avec les modules d'extension « S550 I/O ».

#### ✓ Traitements des informations

S500 dispose d'un large éventail de traitements des informations afin d'offrir une gestion complète de l'installation :

Le report des alarmes assure la télésurveillance du site.

Le calcul de bilans périodiques permet, par exemple, le suivi des consommations.

L'archivage des données fournit une aide au diagnostic d'éventuels dysfonctionnements.

#### ✓ Communications

S500 peut recevoir également jusqu'à 7 cartes de communication intégrées dans son boîtier rack. Il dispose d'un large choix de cartes de modems (PSTN, GSM 2G/3G, Ethernet, Série, LS/LP, Radio, etc.) et de fonctions d'appels automatiques adaptées à ces supports vers les différents types de destinataires (SMS, e-mail, Poste Central, inter-sites, ...).

#### - Sécurité des communications

Fonctions « Pare-feu » de S500 :

- définition de la liste des adresses IP autorisées afin de contrôler les flux entrants dans le poste local,
- désactivation configurable des protocoles FTP, HTTP, MODBUS TCP (LACBUS), potentiellement intrusifs.

Sécurité liée aux utilisateurs :

- **Mot de passe obligatoire de connexion S500**

## Annexe

---

- Informations Système permettant de matérialiser les connexions utilisateurs et de suivre les modifications de configurations

Envoi d'email avec authentification de l'émetteur

### - **Cartes et modules d'Entrées – Sorties**

S500 est équipé de cartes d'entrées/sorties (I/O) conçues de façon à optimiser l'installation et les opérations de maintenance.

Le large choix de cartes permet d'adapter l'équipement aux besoins de l'installation à surveiller (acquisition et restitution des informations) :

### - **Carte Digital Input 8DI**

Permet le raccordement d'entrées TOR (défauts, états, ...) et de comptages (volume, durée, ...)

- 8 entrées « Contact sec »
- Alimentation isolée des contacts par la carte 8DI
- Logique NO/NF paramétrable
- Isolation : 1500 V
- Comptage : jusqu'à 300 Hz

### - **Carte Analog Input 4AI ou 2AI-20**

Permet le raccordement de capteurs CNPi, CNPr, ou CNPA pour les mesures de niveau et pression, le raccordement de sonde de température, etc. :

- 2 entrées analogiques 4-20 mA (carte 2 AI-20) ou 4 entrées analogiques multistandard (carte 4 AI)
- Entrées Courant 0-20 mA ou 4-20 mA (capteur autonome ou télé alimenté par la carte)
- Entrées Tension 0-10 V
- Entrées Résistives Pt 100, Pt 1000, Ni 1000, 0-2500  $\Omega$
- Détection des défauts de chaque capteur

### - **Carte GSM**

## Annexe

---

Communications sur les réseaux 900 MHz, 1800 MHz et 2100 MHz

-3G (HSDPA / UMTS) avec Poste Central, Email, Inter-Sites, ou Softtools sur APN Privé ou sur APN Public (selon le type de carte)

2G (EDGE - GPRS) avec Poste Central, Email, Inter-Sites, ou Softtools sur APN Privé ou sur APN Public

-SMS : report d'alarmes et serveur SMS

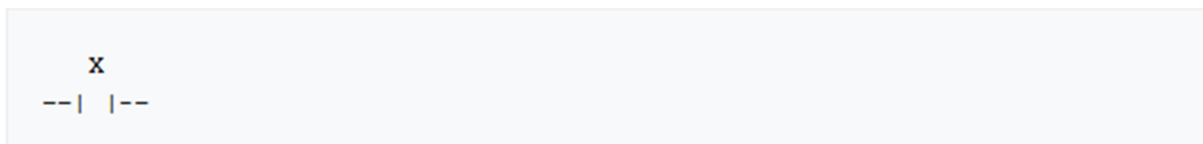
GSM-Data (CSD) avec Poste Central, Email, Inter-Sites, ou Softtools (selon le type de carte)

### 6) Les composants du langage ladder

Il existe 3 types d'éléments de langage :

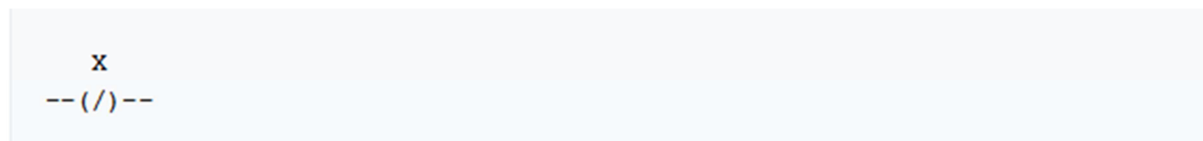
- les entrées (ou contacts), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne
  - les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne
  - les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées
- ✓ Les entrées (ou contacts)

Le contact normalement ouvert (NO)



Si cette bobine est soumise à un potentiel, c'est-à-dire qu'il existe un circuit fermé reliant cette bobine des deux côtés du potentiel, alors la variable booléenne associée (X ici) est mémorisée à 'vraie', sinon elle est mémorisée à 'fausse'.

la bobine normalement fermée(NF) :



## Annexe

---

Si cette bobine est soumise à un potentiel, c'est-à-dire qu'il existe un circuit fermé reliant cette bobine des deux côtés du potentiel, alors la variable booléenne associée (X) est mémorisée à 'fausse', sinon elle est mémorisée à 'vraie'.

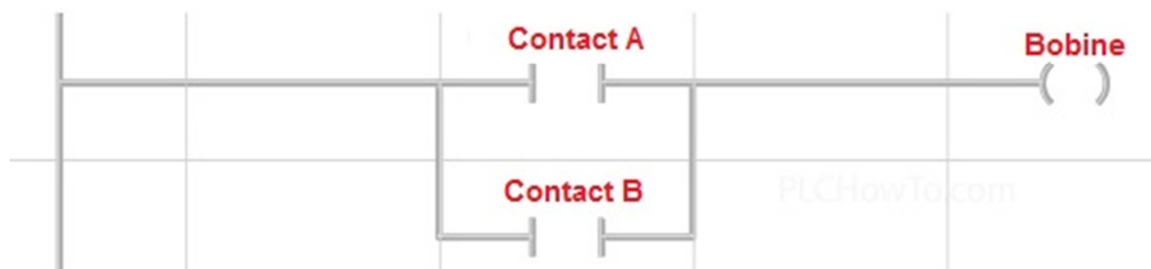
### ✓ Le "ET logique"

Dans le cas du "ET logique" la bobine n'est active que si les contact A et B sont simultanément fermés. Les deux contacts A et B sont placés en série.



### ✓ Le "OU logique"

Dans le cas du "Ou logique" la bobine est active soit par appuie sur le contact A soit pas par appuie sur le contact B. Les deux contacts A et B sont placés en parallèle.



# Glossaire

---

**BSS** : base station subsystem

**NSS** : Network Switching Center. Sous-système d'un réseau de téléphonie mobile. C'est la partie qui prend principalement en charge la commutation des appels, la signalisation et l'identification

**BTS** : Base Tranceiver System

**BSC**: Base Station Controlers

**MSC** : Mobile Switching Center. Centre de commutation pour mobile. Cet équipement réalise la commutation des appels d'une ou plusieurs cellules

**HLR**: Home Location Register

**IMSI** : International Mobile Subscriber Identity. Numéro international unique d'un abonné GSM

**VLR** : Visited Location Register

**MCC** : Mobile Country Code. Nombre à 3 chiffres identifiant un pays

**L'AUC** : AUthentication Center

**NMC** : Network Management Center

**L'OMC** : Operation and Maintenance Center

**TDMA** : Time Division Multiple Access. Technique de répartition de ressources par multiplexage temporel. Cette technique prévoit un mécanisme d'accès

**UMTS** : Système de Télécommunications Mobiles Universelles

**CDMA** : Code Division Multiple Access

**GPRS** : General Packet Radio Service. Technologie de transmission par paquets facilitant l'accès à Internet à haut débit par

**GSM** : Le débit peut varier de 56 jusqu'à 115 [kb/s]. Il est également possible d'établir des connexions permanentes

**CRC** : Contrôle de Redondance Cyclique

# Glossaire

---

**API** : Automate programmable industriel

**SMS** : Short Message Service. Système permettant l'envoi de messages comprenant au plus 160 caractères (de 7 bits), soit 140 bytes, à un téléphone GSM

**CEI** : Commission électrotechnique internationale

**ADE** : Algérienne des Eaux

**l'ONA** : Office National de l'Assainissement

**CSMA/CD** : Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

**IHM** : Interface homme machine

**AI** : Analogique input

# Résumé

---

L'entreprise SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger) a toujours cherché des solutions convenable afin de minimiser le débordement d'eau et de faciliter l'opération de gestion des stations de pompes.

Dans les années précédentes, SEAAL a toujours utilisé la communication filaire pour interconnecter ces différents équipements permettant ainsi de relier les différents châteaux d'eau avec les stations de pompage afin de contrôler le niveau d'eau, d'éviter le débordement et de gérer les systèmes.

Malgré que cette solution est utilisable mais cela ne veut pas dire qu'elle est fiable, car elle présente beaucoup d'inconvénients comme son utilisation dans les distances limités, et les ruptures des câbles.

Le système de communication développé offre la possibilité de transmettre l'information à des grandes distances entre différents sites, de gérer et de contrôler la situation des châteaux en temps réel.

Mots clés :

Communication, temps réel, réseau GSM,