

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Projet de fin d'études

*EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
D'ETAT
EN ELECTRONIQUE*

***Développement, présentation et promotion
commerciale d'une application de télégestion
par modem sur RTC***

Proposé et encadré par :

P.Malbrain (Ingénieur de projet, Siemens)
P.Bassem (Chef de projet, Siemens)
G.Catelin (Ingénieur de projet, Siemens)

Dirigé par:

L.Hamami (M.C, ENP)

Etudié par:

H.N.Bouayed

Promotion : Septembre 2006

Remerciements

Je tiens vivement à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, particulièrement le Docteur A. Aben, ma responsable de mémoire le Docteur Hamami et tous les professeurs de l'Ecole Nationale Polytechnique qui m'ont formé. Je ne saurais assez remercier Siemens Belgique et Siemens Alger qui m'ont fourni tous les moyens pour la réalisation de ce projet, et leur personnel, spécialement Messieurs P.Malbrain, P.Bassem, G.Catelin, David Verbrugghen, M.Dieleman, A.Goemiene, R.Rémy, F.Manzambi, B. Derclay, M.Boudouaou, N. Antri, K.Zaida, N.Tamandjari, J.Sauvage, M.Badis. Je remercie aussi l'entreprise Numerix, ainsi que les membres de ma famille qui n'ont cessé de me soutenir et de m'encourager tout au long du stage. Enfin, mes amis qui ont été présents et qui m'ont toujours épaulé.

Sans toi je ne serais point...

Tu resteras toujours dans mon cœur

Sommaire

I. Introduction au projet

- I.1 Introduction à la télétransmission
- I.2 Situation dans le projet global
- I.3 Planning du projet
- I.4 Organisation du mémoire
- I.5 Description de l'ancien système de communication, et modifications demandées

II. Le concept de télétransmission proposé

- II.1 Description
- II.2 Technologies mises en œuvre
 - II.2.1 Equipements et liaisons
 - II.2.2 Rôle des différents équipements du système
 - II.2.2.1 Le Réseau Téléphonique Commuté (R.T.C. ou PSTN)
 - II.2.2.2 Le modem
 - II.2.2.3 La liaison RS-232/EIA232
 - II.2.2.4 L'automate et les réseaux industriels de communication
 - II.2.2.5 SIMATIC NET, Réseaux PROFIBUS
 - II.2.2.6 Protocole MODBUS
 - II.2.2.7 Interface de supervision Simatic WinCC
 - II.2.2.8 Qu'est ce qu'une communication OPC ?
- II.3 Conclusion

III. Installation sur terrain du système de télétransmission

- III.1 Test prototype sur chantier
 - **Première application** : Station de pompage SP4 / Sahel
 - **Deuxième application** : Projet de canalisation Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi
 1. Le projet
 2. La télétransmission dans l'« Analyse Fonctionnelle »
 3. Description du système de télétransmission
 - **Troisième application** : Communication avec des partenaires non Siemens (Récolte de données du calculateur rapide FAURE HERMAN 6200)
 1. Présentation générale du FH6200
 2. Caractéristiques du calculateur FH6200
 3. Fonctionnalités du calculateur FH6200
 4. Caractéristiques MODBUS
 5. Transmission de données du FH à l'automate
 6. Résultats

III.2 Application du système de télégestion sur le projet SK GPL

- **Quatrième application** : Télétransmission Skikda – Khroub – Alger
 1. Communication Radio pour la récolte de données à Khroub :
 2. Télétransmission Khroub – Alger

IV. Conclusion générale et perspectives

IV.1 Conclusion générale

IV.2 Perspectives

IV.2.1 Evolution proposée

IV.2.1.1 Intégration de la communication GPRS sur réseau GSM

IV.2.1.2 Télétransmission sécurisée par tunnel VPN

I. Introduction au projet

I.1 Introduction à la télétransmission :

Qu'est ce que la télétransmission en milieu industriel ?

Un système de Télétransmission permet la supervision des équipements et des signaux d'entrées/sorties situés à des endroits distants. Par exemple, pour la distribution d'eau potable, les stations de pompage sont généralement dispersées géographiquement et nécessitent d'échanger les informations relatives aux divers débits et pressions afin de réguler le pompage en fonction de la demande des utilisateurs. Dans ce projet, nous proposons un système de télétransmission que nous installons dans chacune de ces stations, et qui est connecté sur divers équipements et capteurs, permettant d'informer les superviseurs sur l'ensemble des paramètres. Ces stations peuvent ainsi s'échanger des informations au travers d'un réseau de communication. Ce système de télétransmission permet ainsi de superviser ainsi un site distant en enregistrant les paramètres de fonctionnement comme le débit, la pression, les états ouverts/fermés des vannes, etc... N'importe quelle situation anormale est immédiatement détectée et une séquence d'alarmes peut être envoyée vers divers destinataires.

Cette solution de télétransmission s'intègre dans un système d'automatisation déjà installé dans la station de pompage ou de production en question.

Une application de Supervision est constituée habituellement des composants suivants :

- Un poste central de Supervision
- Un réseau de communication
- Des postes locaux de supervision
- Un système d'automatisation décentralisé
- Des capteurs et instrumentations de terrain

Notre système de télétransmission est un automate autonome ou un programme intégré dans un automate de terrain relié à un modem pour la transmission de données via un support de communication choisi selon les conditions géographiques et technologiques imposées, et permettant une intelligence sur les sites industriels en assurant une *communication* des informations venant des équipements locaux vers le poste central de Supervision. C'est également un système autonome effectuant l'enregistrement des événements du site. Ses fonctions principales sont de permettre à un opérateur de suivre le fonctionnement de l'application, de permettre la visualisation à distance, de stocker les informations dans sa base de données pour les transférer au poste central. Enfin, il permet d'envoyer diverses alarmes vers le poste central de supervision ou tout autre destinataire concerné.

Nous utiliserons parfois le terme « télégestion » à la place de « télétransmission » car ce système de communication permet non seulement de faire de la visualisation mais aussi de la commande à distance.

I.2 Situation du PFE dans le projet de Siemens :

Notre travail de fin d'études s'inscrit dans un projet d'automatisation de Terminaux d'hydrocarbures que Siemens a réalisé pour le client Naftal, et est entrain de mettre en service. Ce travail consiste à développer un concept de télégestion sur la base des automates programmables de la gamme Simatic.

Principes :

Dans ce cas-ci, la télégestion consiste à centraliser et situer dans le temps des informations et évènements de diverses provenances géographiques pour analyse, supervision, diagnostic, maintenance, conduite, ...

Objectifs :

Deux objectifs sont définis:

1. Développer le concept du système pouvant assurer les fonctionnalités de télégestion quel que soit le support de communication :

- téléphone réseau commuté ;
- téléphone ligne dédiée ;
- Radio ;

Et en perspective par :

- GSM ;
- WEB ;
- ...

Le système devra assurer les fonctionnalités suivantes :

- horodatage
- synchronisation de l'heure par GPS
- redondance des supports de communication

2. Réalisation d'une configuration de test devant servir d'argument de vente pour les clients de Siemens en Algérie.

Ce système reliera deux sites industriels éloignés qui devront communiquer entre eux de manière la plus proche possible d'une configuration projet type.

I.3 Planning du projet

Ecole Nationale Polytechnique, avril 2006 :

- 1. Elaboration d'un plan de travail pour la rédaction du mémoire de fin d'études.**

Centre de supervision Naftal à El-Harrach, réunions le 25 et 29 avril 2006 :

- 2. Elaboration du cahier des charges avec le client et Siemens.**

Bureaux Siemens à Huizingen Bruxelles, du 09 mai au 2 juin 2006 :

- 3. Etude du concept et choix du système.**
- 4. Commande du matériel.**
- 5. Réalisation technique**
 - Test en atelier
 - Test prototype sur chantier

Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi, du 05 au 11 juin 2006 :

- Projet ASR,

Tipaza, du 12 au 17 juin 2006 :

- Projet Sahel,

Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi, du 15 au 31 juillet 2006 :

- Projet ASR,

Alger – Bruxelles, du 14 juillet au 04 septembre 2006 :

- 6. Préparation de la présentation.**

Skikda – Khroub - Alger, du 05 au 10 septembre 2006 :

- 7. Application du système de télégestion sur le projet de canalisation Skikda - Khroub GPL.**

Centre de supervision Naftal à El-Harrach, le 12 septembre 2006 :

- 8. Présentation client.**

Ecole Nationale Polytechnique, 13 septembre 2006 :

- 9. Soutenance du projet de fin d'études.**

I.4 Organisation du mémoire :

Description du but du projet

Nous y décrivons le système de communication actuel, utilisé chez le client pour consulter les données de ses sites industriels et les résultats escomptés.

Description technique

Nous y présentons le concept du système de télétransmission et la technologie mise en œuvre afin de le réaliser, selon les conditions imposées par le client et le terrain.

Description du projet pratique :

- *Première partie :*

Consiste en un premier test prototype du système de télétransmission retenu, dans le cadre d'un projet de transmission de données sur ligne dédiée, permettant l'automatisation d'une station de pompage d'eau, destinée à l'irrigation (Projet Sahel).

- *Deuxième partie :*

Second test prototype de ce concept de télétransmission entre trois stations Naftal pour résoudre le problème de communication sur le projet de canalisation du Multi Produits d'Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi (ASR).

- *Troisième partie :*

Trouver une solution au problème de communication avec le calculateur FAURE HERMAN 6200 afin de permettre la récolte de certaines données que le calculateur ne peut mettre en sorties analogiques (ASR).

- *Quatrième partie :*

Application du système développé pour la récolte de données sur la canalisation du GPL de Skikda – Khroub en intégrant plusieurs technologies de communication. Centralisation de ces données relevées sur terrain, pour supervision et diagnostic au centre de supervision Naftal d'El Harrach – Alger, en implémentant la solution de télétransmission retenue.

- *Cinquième partie :*

Partie présentation du système de télétransmission pour le client demandeur (Naftal), en présence d'autres entreprises intéressées par la télégestion comme Naftec, Ferfos, Sonatrach et l'Algérienne des Eaux ; le 12 septembre 2006 durant une journée, au sein des locaux du client Naftal. Cette présentation inclut une démonstration de la télétransmission sur l'exemple du site de Khoub.

Conclusion et perspectives

Proposition de quelques systèmes de communication pour les projets futurs, car présentant des possibilités de redondance et des avantages attrayants de sécurisation, mobilité, horodatage, facilité d'intégration dans le système existant et autres...

L'objectif principal du projet sera donc de répondre aux demandes du client, qu'il a bien explicitées durant la réunion du 25 avril 2006, et dont les principaux points sont cités ci-après, par un système dont nous ferons une démonstration le 12 septembre 2006 dans les locaux du client même.

Les principaux points de la réunion du 25 avril 2006 avec les responsables de Naftal concernant la présentation de la télétransmission entre Khroub et Alger sont:

▪ **Objectif du projet vu par le client :**

Pouvoir consulter les données relevées sur terrain, requises au central d'Alger, et ce en temps réel pour certaines données, quotidiennement (en fin de journée) pour d'autres.

La communication des données devra se faire à la demande de l'opérateur ou automatiquement dans le cas d'une transmission périodique ou encore dans le cas d'alarmes.

▪ **Exemple de données requises :**

- Avoir l'information, sur le nombre de bouteilles de gaz butane vides entrant au niveau du carrousel (dans les centres enfûteurs), nombre de bouteilles acceptées, nombre de bouteilles rejetées vers réforme ou réparation, nombre de bouteilles peintes...etc. Les bouteilles étant souvent en rupture de stock, ce genre de centres enfûteurs sont souvent à l'arrêt. Ces informations nous permettront donc de connaître la durée et les causes des arrêts de fonctionnement de ces centres.
- Recevoir les données sur le niveau de chaque sphère, l'état des stocks, la production, le ravitaillement, le trafic des camions, la quantité de produit sortant, les destinations (les stations d'essence ravitaillées)...etc, et ce en temps réel.
- Mémoriser automatiquement les données commerciales (production, stockage, ravitaillement).
- Signaux d'alarme.
- Données d'horodatage.
- L'état Marche / Arrêt des pompes du Terminal Départ à Skikda.
- La pression, le débit instantané et cumulé dans la canalisation.
- La température du fluide.
- Le niveau du fluide dans les sphères.
- Alarmes ...

▪ **Problèmes soulevés :**

- Certains sites de production comme celui de Skikda ne disposent pas d'automatisation pour la sélection des bouteilles de gaz, cette opération se fait encore manuellement. Les bouteilles ne sont donc pas quantifiées. A l'état actuel, ces sites ne pourront effectivement pas bénéficier du système automatisé de télétransmission.

- La récolte de données se fait par des automates Siemens fonctionnant sous le standard Profibus et des automates Honeywell fonctionnant sous Modbus, les deux types d'équipement existant sur les mêmes sites de production.

Note :

Nous verrons plus loin que les automates Siemens communiquent aussi en Modbus, donc l'utilisation de ce protocole ne posera pas de problème à la récolte de données sur terrain puisque l'utilisation du Modbus permet aux automates Siemens de communiquer avec des automates, calculateurs et autres équipements d'autres marques communiquant sous Modbus.

I.5. Description de l'ancien système de communication, et modifications demandées

L'application principale du système retenu pour la télétransmission de données se fera sur l'exemple du site de Khroub car il est représentatif des autres sites à hydrocarbures de Naftal *parce que reprenant* :

- le réseau PROFIBUS
- la transmission par radio
- la communication avec des partenaires non Siemens
 - par OPC pour téléjaugeage E+H (*)
 - en Modbus pour Honeywell...

Etat de la communication existant entre le centre de supervision Naftal d'El-Harrach (Alger) et les sites industriels sur la canalisation Skikda-Khroub:
D'après la réunion du 24 avril 2006

- Réseau informatique relié au site de Khroub via internet.
- Les données sont transmises par FTP.
- L'acquisition des données se fait manuellement : Un agent sur terrain collecte les données des appareils d'instrumentation et les retranscrit sur PC.
- La fréquence de transmission des données est journalière; les données sont reçues au centre de supervision Naftal d'El-Harrach (Alger) au lendemain de leur affichage sur les appareils d'instrumentation.
- Il faut un opérateur à Alger pour aller transférer les données du PC de Khroub vers celui d'Alger.

Principal inconvénient :

Lenteur de réponse du système:

- Pas d'information en temps réel
- Pas de signalisation d'alarme
- Les données sont transmises une fois/jour, au lendemain de l'événement

Ce qui est à modifier :

- La lecture des mesures d'instrumentation par l'opérateur de terrain
- La retranscription manuelle sur PC
- Le transfert des données requises à Alger par l'initiative d'un opérateur aux bureaux de Naftal d'El-Harrach.

() E+H : Endress & Hauser ; équipement permettant d'effectuer une série de mesures sur les sphères du GPL, et de les transmettre en Modbus vers la salle de contrôle du TA à Khroub.*

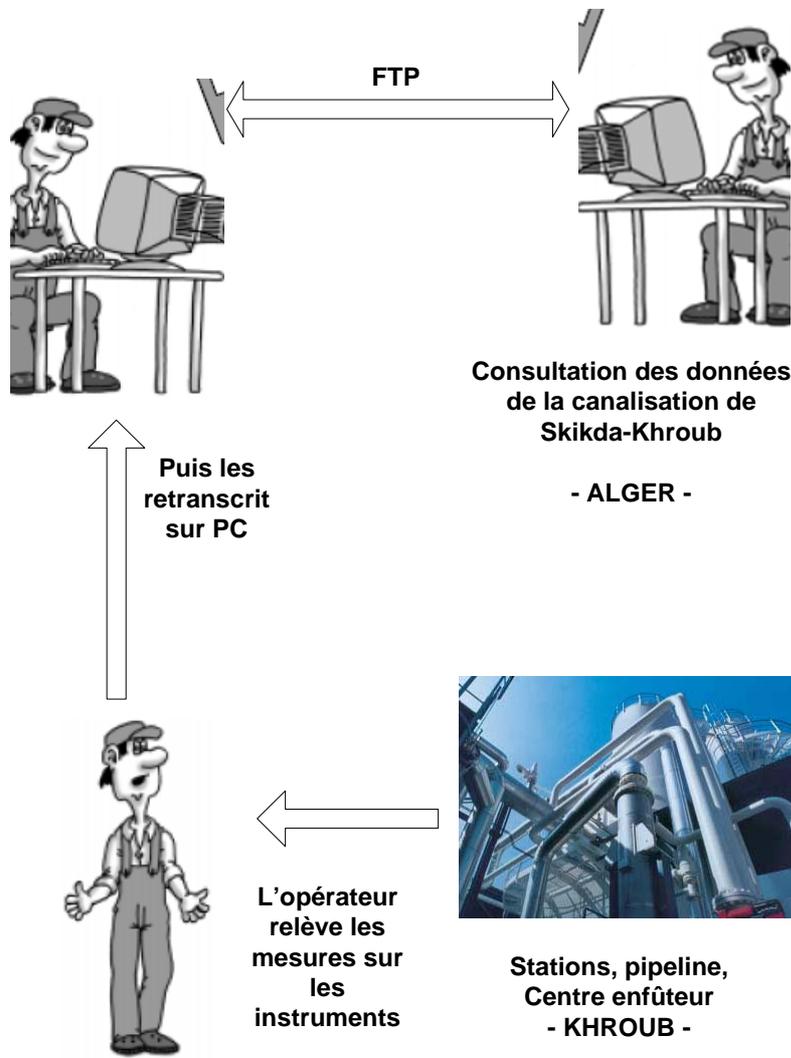


Figure I.1: Situation de la transmission de données Khroub – Alger avant l’installation de télétransmission Siemens

Cette description de l’ancien système nous conduira à utiliser :

La communication existant entre terminaux GPL

- Un réseau PROFIBUS sur chaque site permettra d’intégrer la télétransmission des données requises
- Un réseau hertzien pour la communication entre TD et TA pour le GPL comme pour le multi – produit
- Communication OPC serveur entre PC Siemens et PC E+H pour téléjaugeage des sphères, citernes de purge et de contaminât, et débit pour facturation; et avec compteurs Alma pour chargement camions et facturation des camions sortant du centre enfûteur

Télétransmission à intégrer

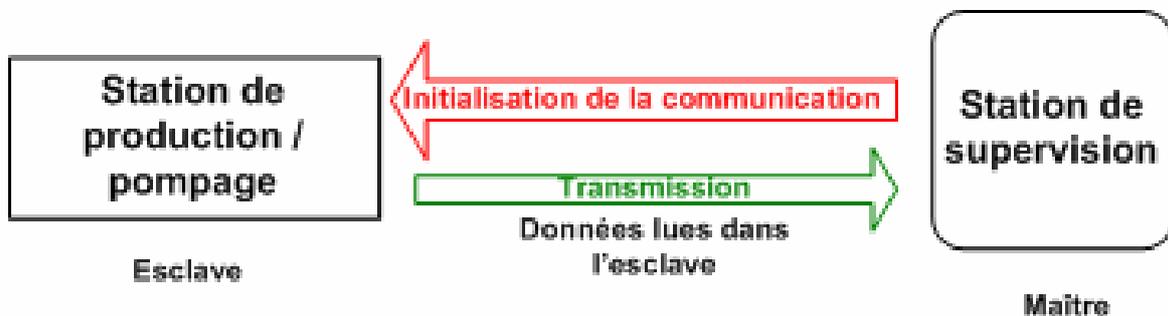
- Un système autonome, relié au réseau existant, et communiquant avec Naftal – Alger :
 - périodiquement
 - à la demande
 - sur enclenchement d’alarme

II. Le concept de télétransmission proposé

II.1 Description :

La télétransmission développée dans ce projet est un système de Supervision qui intègre à la fois la philosophie de l'automate programmable industriel (API) à l'autonomie et la facilité d'installation d'un appareil de transmission. Ce système offre une solution de télétransmission compatible sur le réseau téléphonique existant, permettant d'initialiser la communication des deux côtés reliés avec une certaine priorité émanant du fait que l'un des partenaires de communication est configuré comme maître et l'autre comme esclave. Cette brève description pour deux partenaires de communication peut bien sûr s'élargir pour plusieurs stations reliées entre elles.

- L'initialisation de la communication par le maître, périodiquement ou à la demande :



- L'initialisation de la communication par l'esclave, dans le cas d'alarmes :



Dans le cas de deux ou plusieurs stations de production / pompage reliées entre elles pour consultation des données, on doit avoir une station configurée comme maître et les autres comme esclaves. La lecture et même l'écriture de données d'une station esclave à une autre doivent impérativement passer par le maître. C'est ce qu'on appelle la communication en maître / esclave.

Nous utiliserons pour la transmission de données le protocole Modbus qui fonctionne selon ce concept de communication maître / esclave. (Voir § III.2.2.6 Modbus)

II.2 Technologies mises en oeuvre :

II.2.1 Equipements et liaisons

Voici un schéma synoptique décrivant les différents équipements qui entrent en jeu pour la réalisation du système de télétransmission proposé et dont le concept a été décrit précédemment.

Systeme de Télétransmission

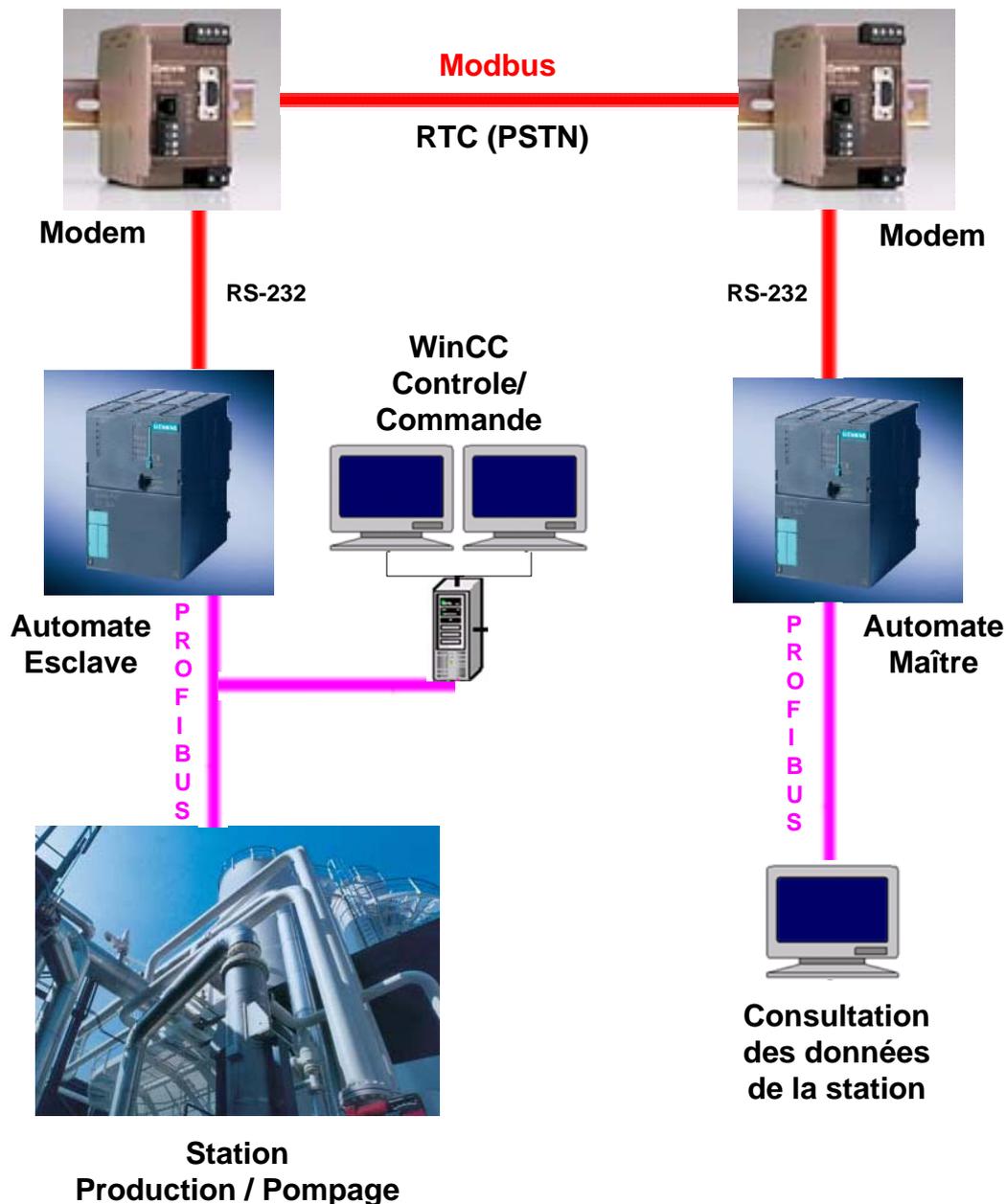


Figure II.1: Schéma synoptique décrivant les équipements utilisés pour notre système de télétransmission

II.2.2 Rôle des différents équipements du système

II.2.2.1 Le Réseau Téléphonique Commuté (R.T.C. ou PSTN)

Le réseau téléphonique commuté (ou RTC) est le réseau du téléphone, dans lequel un poste d'abonné est relié à un central téléphonique par une paire de fils alimenté en batterie centrale. Les centraux sont eux-mêmes reliés entre eux par des câbles multi paires.

Nous allons voir un certain nombre de caractéristiques (avantages, inconvénients) du RTC public utilisé pour le transfert de données numériques. Ce réseau est actuellement un des plus utilisés par les particuliers pour se relier entre eux ou à Internet. Ceci reste le système le plus simple et le plus fiable pour la télétransmission entre différentes stations de production ou directions administratives d'une même entreprise.

Les avantages et les inconvénients du RTC pour ce type d'utilisation sont d'une part ceux inhérents au RTC lui-même, et d'autre part ceux induits par l'utilisation que l'on en fait, c'est à dire la transmission de données numériques.

Avantages :

Commuté⁽¹⁾ : Il s'agit d'un réseau commuté, c'est à dire que lorsque la liaison est établie, on a l'impression d'avoir une ligne point à point.

Étendu (géographiquement) : Le RTC public est très étendu ; il atteint tous les pays du globe, y compris les pays en voie de développement où même les villages très reculés possèdent en général au moins un téléphone.

Full Duplex⁽²⁾ : Les deux utilisateurs de la liaison peuvent émettre et recevoir en même temps. Même si les hommes ne peuvent pas à priori parler et écouter en même temps (du moins, pas en comprenant ce qu'on leur dit...), les modems sont parfaitement capables de réaliser cela et donc de tirer parti de la fonctionnalité full duplex du RTC.

Inconvénients :

Analogique : Le réseau téléphonique commuté est, normalement, analogique. Lorsqu'on l'utilise pour y transférer des données numériques, on connaît un certain nombre de restrictions :

- Nécessité d'utilisation de matériels spécifiques pour faire la conversion analogique <-> numérique. Ces appareils sont appelés *modulateurs démodulateurs*, d'où le nom commun de « modem ».

Perturbations : Même une fois que la liaison du circuit virtuel est établie, un certain nombre de désagréments peuvent apparaître en cours de communication,

produisant des transmissions erronées et de ce fait limitant encore le débit, ou forçant purement et simplement un des modems à raccrocher.

- **Lignes physiques.** La plupart des lignes reliant les équipements sont des fils enterrés ou suspendus à des poteaux téléphoniques. Ceci implique qu'un coup de pelle mécanique malencontreux ou un accident renversant un de ces pylônes peut interrompre pour une durée élevée la liaison téléphonique.
- **Bruit.** Les équipements analogiques perturbent le signal transmis. Un transistor grillé ou une résistance ayant mal vieilli dans un équipement ajoutent du bruit au signal lors de sa transmission.
- **Électromagnétisme.** L'orage ou un défaut d'antiparasitage sur un moteur passant dans les environs produit des crépitements sur la ligne, gênant les conversations et les modems.
- **Intermodulation.** Le fait d'entendre une seconde conversation se surimposer à la sienne au téléphone est assez courant. Ceci peut avoir deux causes : soit les fils analogiques se longent sur une grande distance avant d'atteindre le central qui numérise les conversations, soit lors du groupement/dégroupement des lignes.

Éléments influents :

Prix : Le RTC est relativement peu coûteux à mettre en place par rapport à une liaison spécialisée. Cependant il peut s'avérer assez coûteux si la communication est établie constamment. Dans notre cas, l'établissement de la communication ne se fera que pendant le transfert de données, d'où son faible coût.

Sécurité : Les lignes téléphoniques sont malheureusement assez accessibles aux personnes mal intentionnées. Étant commutées, elles sont cependant déjà plus confidentielles que les liaisons radio ou toute autre connexion de type bus, où chacun doit, de lui-même, se garder des messages qui ne lui sont pas destinés. Une solution à ces problèmes de sécurité est l'utilisation du *cryptage* sur la ligne téléphonique.

- ⁽¹⁾ *Commuté* : Voir Annexe 1
- ⁽²⁾ *Full duplex* : Voir Annexe 1

II.2.2.2 Le modem

▪ Description générale du modem

Les modems ont beaucoup évolué et gagné en puissance depuis quelques années. Les processeurs qui se trouvaient il y a peu au cœur de nos ordinateurs sont maintenant intégrés dans les modems. On y distingue toujours un relais de prise de ligne et une bobine d'induction pour assurer l'isolation galvanique, et la plupart du temps un haut parleur pour signaler une sonnerie, ou pour pouvoir écouter ce qui se passe sur la ligne téléphonique. L'architecture fonctionnelle d'un modem est grossièrement la suivante :

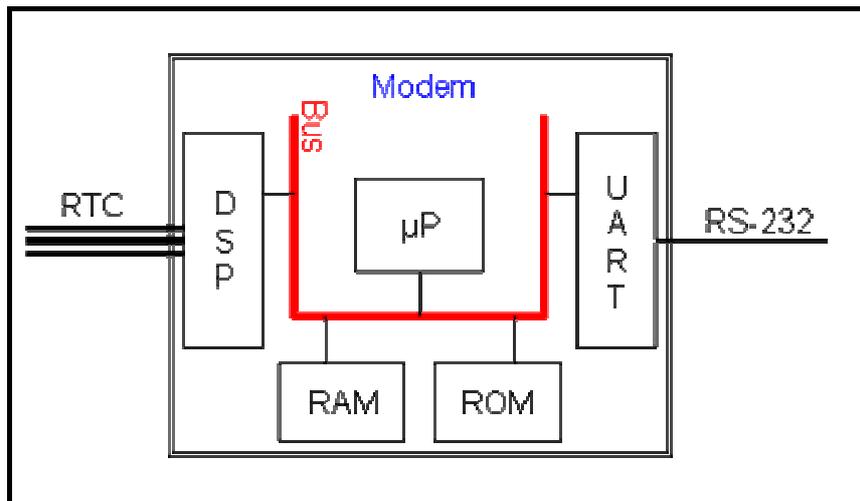


Figure II.2: Architecture d'un modem

▪ L'UART

L'UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter, terminologie Intel) est un gestionnaire de liaison RS-232. Il effectue principalement les conversions de série <-> parallèle entre la RS-232 (série) et le bus parallèle.

▪ Le microprocesseur

Il effectue tout le traitement lié au *protocole* : il contrôle la liaison RS-232 au travers de l'UART et la liaison RTC au travers du DSP. Il effectue la compression / décompression des données. Il traite l'empaquetage / dépaquetage des blocs. Il effectue des contrôles d'erreurs et retransmet éventuellement les paquets mal reçus. Il gère le contrôle de flux sur les liaisons. De plus, son comportement est programmable et il est capable de répondre à un certain nombre de commandes (→ Aperçu du langage Hayes ou Commandes AT, en page 19)

▪ La RAM

Elle stocke les données temporaires, dont les principales sont les blocs en cours de transmission, de compression, ou d'empaquetage et les variables de fonctionnement du modem.

▪ La ROM

Elle contient les programmes et les données fixes (celles inhérentes aux protocoles normalisés). Elle est de plus en plus remplacée par une EPROM, puis par une EEPROM, plus coûteuse, mais réinscriptible, afin de pouvoir mettre à jour (*upgrade*) les modems avec de nouveaux protocoles postérieurs à la conception du modem.

▪ Le DSP

Le DSP (Digital Signal Processor) est un composant dont la fonction première est la transformation numérique <-> analogique pour adapter le signal numérique au RTC. Il existe plusieurs moyens de réaliser cette transformation. (Voir Annexe 2)

Aperçu du langage Hayes ou Commandes AT :

La quasi-totalité des modems sont configurables, et surtout les plus récents, qui reconnaissent un grand nombre de protocoles. La configuration de ces modems peut se faire de bien des manières différentes : par changement d'une EPROM sur support ZIF, par jumpers (DIP switches), par positionnement de signaux électriques spécifiques ou au travers d'un canal de communication standard reconnu par le modem. C'est cette dernière solution qui est actuellement la plus utilisée. La configuration du modem s'effectue via la liaison RS-232; les commandes sont traitées par le processeur du modem. La RS-232 est avant tout faite pour transmettre des *caractères*, et, du point de vue l'utilisateur, les caractères sont le plus simplement organisés en *lignes*. C'est donc au travers de lignes de commandes que le plus répandu des langages de configuration de modem, le langage *Hayes* (d'après le nom du constructeur qui l'a introduit) transmettra ses commandes au modem. *Tous les modems ne reconnaissent pas ce langage*, contrairement à ce que beaucoup semblent croire, cependant, il est vrai que c'est le cas pour l'immense majorité. Du point de vue du modem, il y a alors deux modes :



Figure II.3 : Mode commande, mode connecté

- Le mode **commande** (mode **terminal**), où le microprocesseur du modem reçoit des caractères au travers de sa liaison RS-232, les interprète comme des commandes et retransmet les résultats au travers de cette même liaison. Il ignore alors totalement ce qui se passe sur sa connexion au RTC, qui est le plus souvent raccrochée. On peut néanmoins être en mode Terminal avec la ligne décrochée, c'est-à-dire avec la communication entre modems toujours établie. Ceci est réalisé en établissant la communication puis en exécutant la commande AT : « +++ ».
- Le mode **connecté** (mode **transfert de données**) où, au contraire, les données en provenance de la RS-232 ne sont pas interprétées, mais "simplement" retransmises sur le RTC en direction du modem, après tous les traitements devant avoir lieu sur ces dernières (empaquetage, compression, etc.) Inversement, les données reçues depuis le RTC sont alors retransmises

en direction de la RS-232. Dans ce mode, la ligne téléphonique est évidemment décrochée...

Les commandes Hayes sont donc organisées en lignes et sont entrées en mode commande (c'est le mode par défaut lorsque le modem est allumé). Elles ont un point commun : toutes (à l'exception d'une seule) commencent par la suite de lettres 'AT' et se terminent par un retour chariot (fin de ligne). Les lettres A et T peuvent être écrites dans n'importe quelle casse (majuscule ou minuscule), mais forcément dans la même. Après ces deux lettres, un certain nombre de commandes peuvent être juxtaposées. Si on se trompe, on peut utiliser backspace (effacement arrière) pour corriger les commandes erronées, mais on ne peut pas corriger AT. Le modem, après traitement de la commande, renvoie un message indiquant soit que tout s'est bien déroulé ('OK'), soit signaler une erreur ('ERROR'). Beaucoup de modems renvoient par défaut l'écho des commandes qui leur sont transmises, mais la plupart d'entre eux ne font *que si* la ligne tapée commence effectivement par les lettres 'AT'. Cet écho peut être activé ou désactivé, aussi par une commande AT :

ATE0 Désactive la commande écho ;
ATE1 Active la commande écho.

Attention : tout ce qui est tapé après 'AT' est considéré par le modem comme une commande ; il ne faut donc pas y mettre n'importe quoi : on a de sérieux risques de mal programmer un modem et d'obtenir de sa part un comportement plutôt déroutant. (Voir Annexe 2)

Composition

Tous les logiciels de communication permettent la composition automatique.

Pour appeler manuellement un autre modem, il faut passer en mode terminal dans le logiciel de communication et entrer *ATDT* suivi d'un espace et du numéro de téléphone.

Pour composer, entrer la même information que si on appelait quelqu'un au téléphone. Par exemple, pour composer un numéro interurbain, faire précéder le numéro de téléphone du chiffre 0 et de l'indicatif régional. Si on veut composer le numéro à partir d'un système téléphonique nécessitant l'utilisation du préfixe 9 pour accéder à une ligne extérieure, insérer le chiffre 9 avant le numéro de téléphone. Il faudra probablement insérer une ou deux virgules après le 9 (9,,) afin de laisser suffisamment de temps pour l'accès à la ligne extérieure (chaque virgule équivaut à un délai de deux secondes).

Réception de données

Le modem peut prendre un appel de trois façons différentes : hôte, réponse automatique ou réponse manuelle.

Le *mode hôte* est une fonction logicielle, qui n'est pas offerte par tous les logiciels de communication. Le mode hôte permet au modem de prendre l'appel et de mettre le demandeur en mode « hôte » afin qu'il puisse télécharger des fichiers vers l'aval ou vers l'amont et converser avec vous tant que son modem est connecté. Le *mode réponse automatique* permet de prendre un appel entrant sans intervention de

l'utilisateur. La commande AT pour la réponse automatique est $ATS=n$, où n est le nombre de sonneries avant que le modem ne prenne l'appel. Par exemple, $ATS=2$ indique au modem de répondre après la deuxième sonnerie.

Le mode *réponse manuelle* indique au modem de ne pas répondre lorsque le téléphone sonne. La valeur de ATS doit être 0 ($ATS=0$) pour le mode de réponse manuelle. Si le téléphone sonne pendant que vous êtes en mode terminal dans le logiciel de communication, le mot RING s'affiche à l'écran. Vous devez alors taper *ATA* pour demander au modem de répondre. Si le téléphone sonne quand vous n'êtes pas en mode terminal, vous n'entendez ni ne voyez aucune indication d'un appel entrant. Si la valeur de ATS est différente de 0, la fonction de réponse automatique est activée après le nombre de sonneries précisé.

Pour repasser du mode connecté au mode commande, alors que le modem n'interprète plus aucune commande, il y a plusieurs fonctionnalités qui peuvent ou non être présentes, suivant les types de matériels ; elles sont en général validées et invalidées par des commandes AT émises au modem. La première consiste à émettre un *break court* (\rightarrow § II.2.2.3 : La liaison RS-232) au modem. C'est la méthode la plus sûre et la plus rapide. La seconde consiste en une *séquence d'échappement*, qui comprend 1 seconde de « silence », c'est à dire pendant laquelle le PC (ou l'automate pour notre cas) n'émet rien, puis trois caractères identiques (en général, c'est le caractère '+') émis en moins d'une seconde, et enfin une nouvelle pause de 1 seconde. Le modem met alors en attente son correspondant et retourne en mode commande. L'utilisateur peut donc programmer à nouveau son modem, puis lui demander soit de revenir à l'ancienne connexion (ATO), soit de raccrocher (ATH).

▪ Description du modem utilisé pour les tests “Westermo TD-35”

Le modem Westermo TD-35 est un modem V.34 (28 800 bit/s full duplex) de haute qualité pour réseaux commutés et lignes privées ou spécialisées.

Ce modem est conçu pour des applications industrielles exigeantes.

Son installation, sa fixation sur rail DIN et sa maintenance sont largement facilitées grâce à la conception de son coffret et à l'ensemble de ses connexions regroupées sur la face avant.

Le TD-35 est doté de plusieurs fonctions qui n'existent pas dans un modem téléphonique standard (bureautique):

Triple isolation galvanique, configuration à l'aide de Micro-interrupteurs DIP, et surveillance par « chien de garde ».

La fonction "chien de garde" intégrée surveille l'alimentation, le processeur et son programme actif.

Si une anomalie de fonctionnement est détectée, le modem exécute un reset automatique.

Il se trouve ainsi de nouveau dans un état connu prêt à recevoir des appels RTC ou à négocier la connexion sur la ligne spécialisée.

Cette fonction fait du TD-35 le modem idéal pour les installations automatiques isolées.

Le TD-35 est décliné en deux versions: la première comporte uniquement un port RS-232, et la seconde existe avec un port RS-232 ou RS-422/485. Ces deux versions sont disponibles avec une alimentation de type LV (12-54V DC, 12-27V AC) –qui est la version qu'on utilisera-, et de type HV (95-240VAC, 110-240V DC).

Spécifications

Interface série

Spécification électrique: RS-232-C

Vitesse : 300-115 200 bit/s

Connexion : Connecteur Sub-D 9 points et bornier à vis 9 positions

Interface série

Spécifications électrique : RS-422/485

Vitesse : 300-115 200 bit/s*

Connexion : Bornier à vis 4 positions

Interface RTC

Spécification électrique : RTC

Vitesse : 300-33 600 bit/s

Connexion : RJ-11C

Interface Ligne Louée

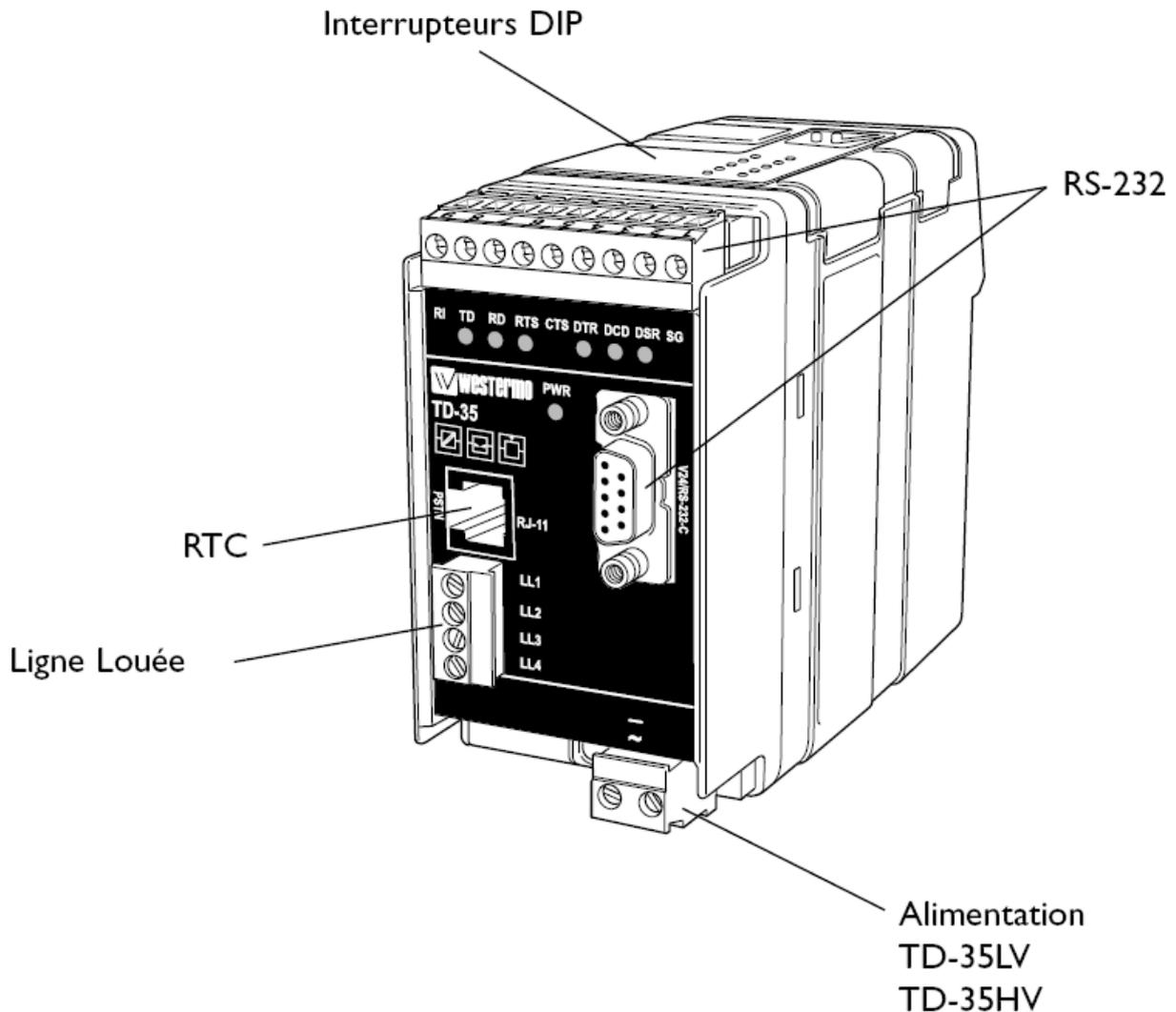
Spécification électrique : Ligne Louée

Vitesse : 300-33 600 bit/s

Connexion : Bornier à vis 4 positions

Degré de protection : IP 20 (IEC 529)

TD-35 LV (utilisé pour les projets *ASR* et *Télétransmission Khroub – Alger*)



Les détails de la configuration du modem sont donnés en annexe 3

II.2.2.3 La liaison RS-232/EIA232

RS signifie 'Recommended Standard' soit en français standard recommandé. Dans les années 1960, un comité, actuellement nommé 'Electronic Industries Association' (d'où le EIA232 des années 1990), a développé ce standard d'interface de transmission de données en série entre équipements.

On a vu au § II.2.2.1 que le RTC était un moyen pratique pour transmettre des données d'une machine à une autre, surtout si celles-ci ne sont pas à priori reliées par un réseau. Cependant, cette connexion étant analogique, il faut utiliser un équipement spécial - un modem, § II.2.2.2 - pour le relier au monde numérique de l'ordinateur. La question qui reste en suspens est : comment va-t-on relier l'ordinateur au modem ? Plusieurs choix technologiques peuvent exister. Notons que la RS-232

est bien adaptée à la transmission des données entre le PC et le modem, lors de la configuration de celui-ci, et du coup, aussi entre automate et modem.

L'important pour la liaison entre le PC ou l'automate et le modem est :

- De ne pas limiter le débit que l'on peut obtenir en aval
- Dans la mesure du possible d'être full duplex, comme le RTC - ou alors d'avoir un débit bien supérieur pour ne pas nuire à cette fonctionnalité du RTC. Mais vu que la communication MODBUS est en Maître / Esclave, elle ne se fait que dans un sens ou dans l'autre, donc en half duplex. Nous n'utiliserons en fin de compte que la moitié de bande passante de la ligne RTC à la fois. Le débit de transmission sur la RTC repasserait donc de 9600 bits/s à 4800 bits/s. La liaison Automate – Modem peut alors être en half duplex à un débit inférieur de moitié au débit total (full duplex) de la RTC.

Le premier candidat à satisfaire ces exigences - et le plus répandu - est donc la RS-232. C'est donc cette liaison qui est utilisée en priorité pour transmettre des données entre le PC et le modem. Pour les connexions distantes plus rapides (comme le RNIS ou l'ADSL), la RS-232 ne convient plus et d'autres solutions de connexions sont mises en œuvre : parmi les plus répandues, citons le bus ISA (carte interne), Ethernet ou même, récemment, l'USB ou des versions plus rapides de la liaison RS-232 (jusqu'à 1,5 Mb/s).

Tensions :

Les tensions représentant les 1 et 0 sont relatives à la masse (0V) commune qu'il y a entre les 2 équipements.

Elles sont définies comme suit :

Tension	Etat
-Vmax à -3V	1 logique, marque (mark), en attente
-3V à 3V	zone interdite, afin éliminer les problèmes dus aux bruits sur la ligne
3V à Vmax	0 logique, espace (space), actif

Version de la norme Vmax

RS232 48V

RS232A 25V

RS232B 12V

RS232C 5V

Brochages :

Ils sont dépendants du type d'équipement. Il y a 2 types d'équipement:

- **DTE** (Data Terminal Equipment), équipement terminal de donnée, ordinateur par exemple; représente dans notre cas l'automate ou le PC.
- **DCE** (Data Communication Equipment), équipement de communication de données, modem par exemple.

Les connecteurs mâles et femelles utilisés sont détaillés en annexe 4

II.2.2.4 L'automate et les réseaux industriels de communication

Notre système de télétransmission est relié au réseau d'automatisation du site de production ou de pompage à l'aide d'un automate Siemens de la gamme SIMATIC S7-300. Cet automate comprend une CPU 315-2DP qui possède un port Profibus lui permettant de se connecter au réseau local pour la récolte de données à transmettre, et un processeur de communication du type CP RS-232 pour la communication en RS-232 avec le modem.



L'automate permettra de programmer les données à récolter et à transmettre. Il permet aussi de programmer les conditions de ces échanges de données, de commander l'établissement ou l'arrêt de la communication, de choisir la configuration Maître ou Esclave et l'esclave avec lequel l'on veut communiquer, et plusieurs autres options que l'on verra à la partie pratique de ce mémoire. Il permet surtout de se connecter sur la plupart des réseaux de terrain, comme le montre la **figure** suivante :

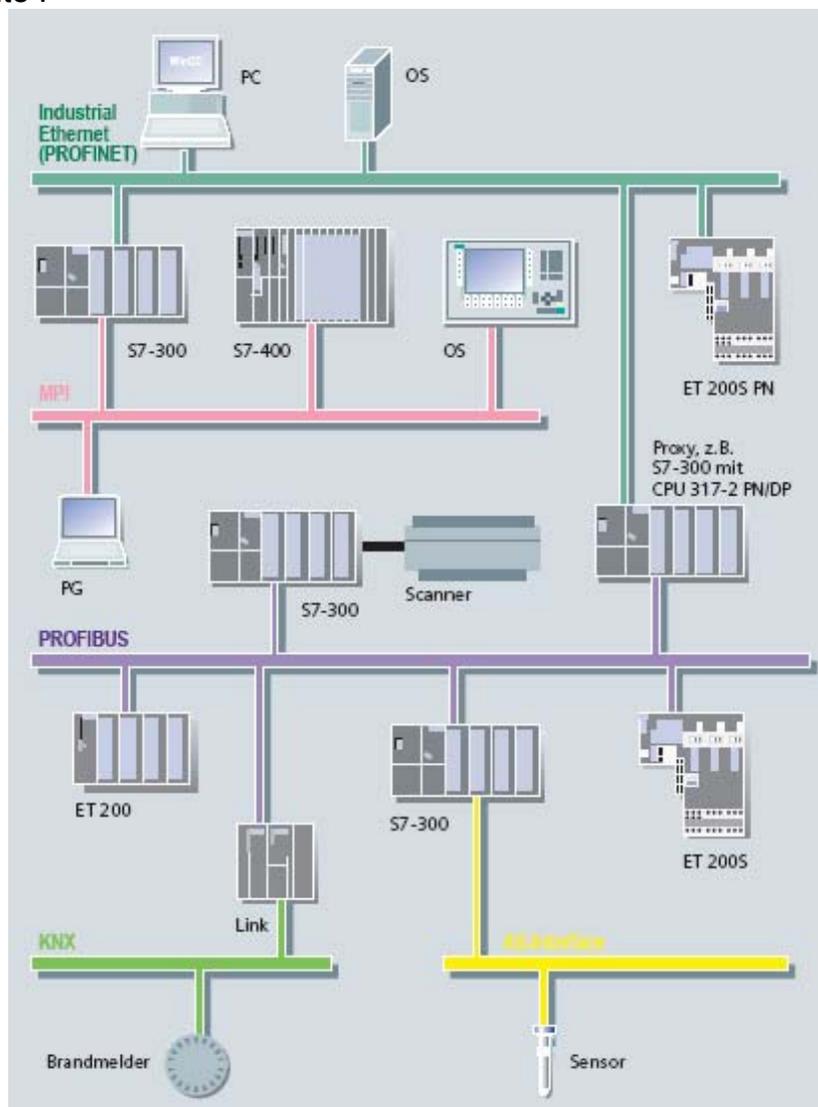


Figure II.4: Schéma montrant la possibilité de connexion à plusieurs types de réseaux industriels avec un automate S7-300.

Ci après la description de ces systèmes de bus disponibles pour SIMATIC, montrés sur la **figure** précédente.

- **Industrial Ethernet** (IEEE 802.3 et 802.3u) – le standard international des réseaux d'atelier est aujourd'hui, avec une part de plus de 80%, le réseau numéro un des réseaux locaux dans le monde entier. Industrial Ethernet permet de réaliser de puissants réseaux de communication très étendus.
- **PROFINET** – le standard international utilise Industrial Ethernet et permet une communication en temps réel jusqu'au niveau du terrain. Les applications sur PROFIBUS sont intégrables au travers d'un proxy, agissant en tant que représentant.
- **PROFIBUS** (CEI 61158/EN 50170) – le standard international pour le domaine du terrain est le leader mondial des bus de terrain. Il est le seul bus de terrain à permettre la communication tant dans les applications manufacturières que de procédés. Il sera détaillé plus loin dans le § **II.2.2.5** lui étant consacré.
- **AS-Interface** – alternative économique au faisceau de câbles, ce réseau des capteurs et actionneurs utilise comme support de transmission une ligne bifilaire.
- **KNX** (EN 50090, ANSI EIA 776) est le standard mondial de l'automatisation de bâtiments.
- **Liaison point-à-point** – la forme la plus simple de communication entre deux stations. Elle utilise des protocoles spéciaux comme RK 512, 3964(R), ASCII et Modbus.
- **Liaison multipoint MPI** – l'interface des consoles de programmation de SIMATIC S7. Elle permet de joindre depuis un point central des modules programmables (CPU, CP), des afficheurs de texte et des pupitres opérateur. Les stations raccordées à la MPI peuvent communiquer entre elles.
- **Les passerelles entre réseaux** sont réalisées par des automates ou des « links ».

Le couplage point à point pour S7-300 (carte de communication)

Le processeur de communication CP 340 permet de réaliser un échange de données entre votre automate et d'autres systèmes d'automatisation ou calculateurs par le biais d'un couplage point-à-point.



Fonctionnalités du CP 340

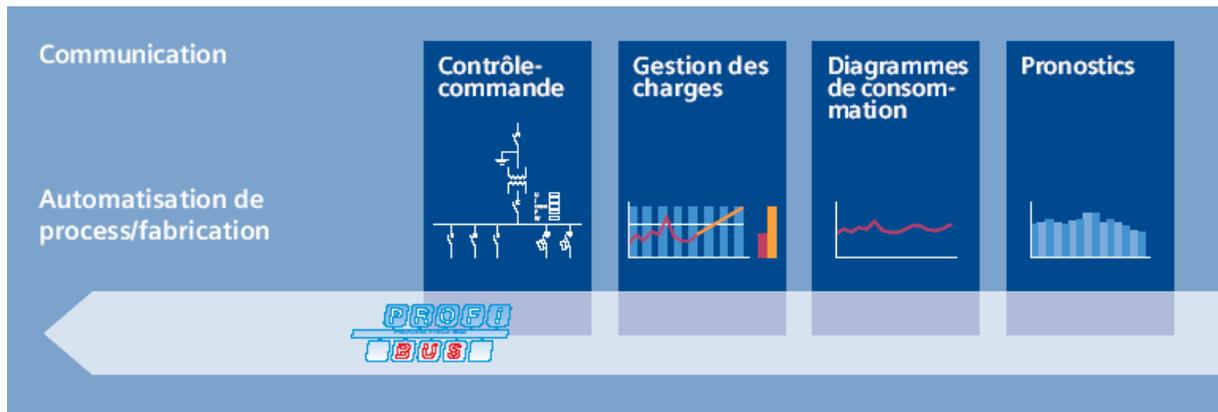
Le processeur de communication CP 340 offre les fonctionnalités suivantes :

- interface série intégrée RS 232C
- vitesse de transmission jusqu'à 19,2 Kbauds en semi-duplex
- intégration des principaux protocoles de transmission dans le firmware du module – procédure 3964(R)

- pilote ASCII
- pilote d'imprimante
- harmonisation des protocoles de transmission par paramétrage au moyen de l'interface de paramétrage *CP 340 : Paramétrage de coupleur point à point.*
- interface série intégrée

Les détails du CP340 sont données en annexe 5

II.2.2.5 SIMATIC NET, Réseaux PROFIBUS



II.2.2.5.1 Réseaux PROFIBUS

II.2.2.5.1.1 Réseaux locaux dans l'automatisation de la production et des process

- **Généralités :**

L'efficacité des systèmes d'automatisation est déterminée non seulement par les automates programmables mais aussi et surtout par leur environnement. Ce dernier comprend, outre la visualisation des installations et le contrôle-commande, un système de communication qui doit être performant.

L'automatisation de la production et des process fait de plus en plus souvent appel à des systèmes d'automatisation décentralisés. Il s'ensuit que les tâches d'automatisation complexes sont subdivisées en tâches élémentaires plus simples, gérées par des systèmes décentralisés, tributaires des moyens de communication. Ces structures décentralisées autorisent :

- la mise en service autonome et simultanée des divers éléments d'une installation
- l'emploi de programmes plus simples et maniables
- le traitement parallèle de systèmes d'automatisation distribués d'où :
- une réduction des temps de réponse
- un délestage des différentes unités de traitement.
- les structures de niveau supérieur peuvent également se charger de fonctions de diagnostic et d'édition de journal
- l'amélioration de la disponibilité de l'installation dans la mesure où, en cas de défaillance d'une sous-station, le reste de l'installation peut continuer à fonctionner.

Une structure d'installation décentralisée nécessite impérativement un système de communication performant et SIEMENS propose sous la désignation SIMATIC NET des systèmes de communication ouverts, non propriétaires, conçus pour les différents niveaux de l'automatisation de process dans un environnement industriel.

Le système de communication SIMATIC NET satisfait aux normes nationales et internationales, conformément au modèle de référence ISO/OSI.

Ce système de communication repose sur des réseaux locaux qui, selon les contraintes d'utilisation, se composent de supports

- exclusivement électriques
- exclusivement optiques
- mixtes, c'est à dire électriques et optiques.

• **Présentation du système**

SIMATIC NET désigne le réseau de communication des automates programmables, ordinateurs pilotes, stations de travail et micro-ordinateurs SIEMENS.

SIMATIC NET comprend :

- le réseau de communication qui se compose des supports de transmission, des constituants de connexion et de transmission et des procédures de transmission associées,
- les protocoles et services gérant la transmission des données entre les matériels précités et
- les modules de l'automate programmable ou de l'ordinateur qui assurent la liaison au réseau local (processeur de communication "CP" ou "coupleur"(passerelle permettant le passage d'un type de câblage a un autre).

SIMATIC NET propose, selon les spécifications à satisfaire, différents réseaux de communication pour répondre aux tâches variées de l'automatisation.

Ces spécifications résultent de la topologie des locaux, des bâtiments, des ateliers de fabrication, voir du site de production ainsi que des conditions ambiantes qui y règnent. Le système de communication doit en outre répondre aux divers niveaux de performance requis par les composants d'automatisation.

Pour satisfaire à ces exigences variées, SIMATIC NET propose les réseaux de communication suivants, conformes aux normes nationales et internationales :

○ **Industrial Ethernet,**

est un réseau de communication dédié au niveau cellule, transmettant en bande de base selon IEEE 802.3 avec la procédure d'accès CSMA/CD (Accès multiple avec écoute de la porteuse et détection de collision) sur

- câble triaxial 50 Ω (impédance caractéristique)

- câble Twisted Pair 100 Ω

- fibres optiques en verre

- **AS-Interface**

est un réseau de communication destiné à l'échelon inférieur de l'automatisation, qui permet de connecter des actionneurs et capteurs aux automates via un câble-bus AS-i.

- **PROFIBUS**

PROFIBUS est, au sein du système de communication ouvert, non propriétaire SIMATIC NET, un réseau de communication pour le niveau cellule et terrain, conçu essentiellement pour une mise en oeuvre en environnement industriel.

Le réseau PROFIBUS est conforme à la norme PROFIBUS EN 50170 (1996). Tous les produits qui le composent satisfont par conséquent à cette norme. Les constituants PROFIBUS SIMATIC NET peuvent également être utilisés dans le cadre de SIMATIC S7 pour la réalisation d'un sous-réseau SIMATIC MPI (MPI = Multipoint Interface).

- **Profibus DP**

Le bus de terrain **PROFIBUS-DP** (Decentralized Peripheral) est issu de la norme européenne EN 50170 (partie 2). PROFIBUS-DP est spécialement conçu pour la communication entre les systèmes de contrôle/commande et les périphériques d'Entrée/Sortie distribués.

- **PROFIBUS-PA**

PROFIBUS-PA est le PROFIBUS pour l'automatisation de process (PA). Il allie le protocole de communication PROFIBUS-DP et la technique de transmission selon IEC 61158-2. Répond aux besoins spécifiques de l'industrie des procédés et des applications en zone antidéflagrante. Il assure le raccordement de capteurs et d'actionneurs sur un bus commun, y compris dans des zones à sécurité intrinsèque. Données utiles et énergie transitent sur une liaison bifilaire, en conformité avec la norme internationale CEI 1158-2.

Les réseaux PROFIBUS peuvent être réalisés à l'aide de

- paires torsadées blindées (impédance caractéristique 150 Ohms)
- fibres optiques en verre ou en plastique

Les différents réseaux de communication peuvent être utilisés indépendamment les uns des autres mais aussi être combinés selon les besoins.

Voici un système type de communication SIMATIC NET :

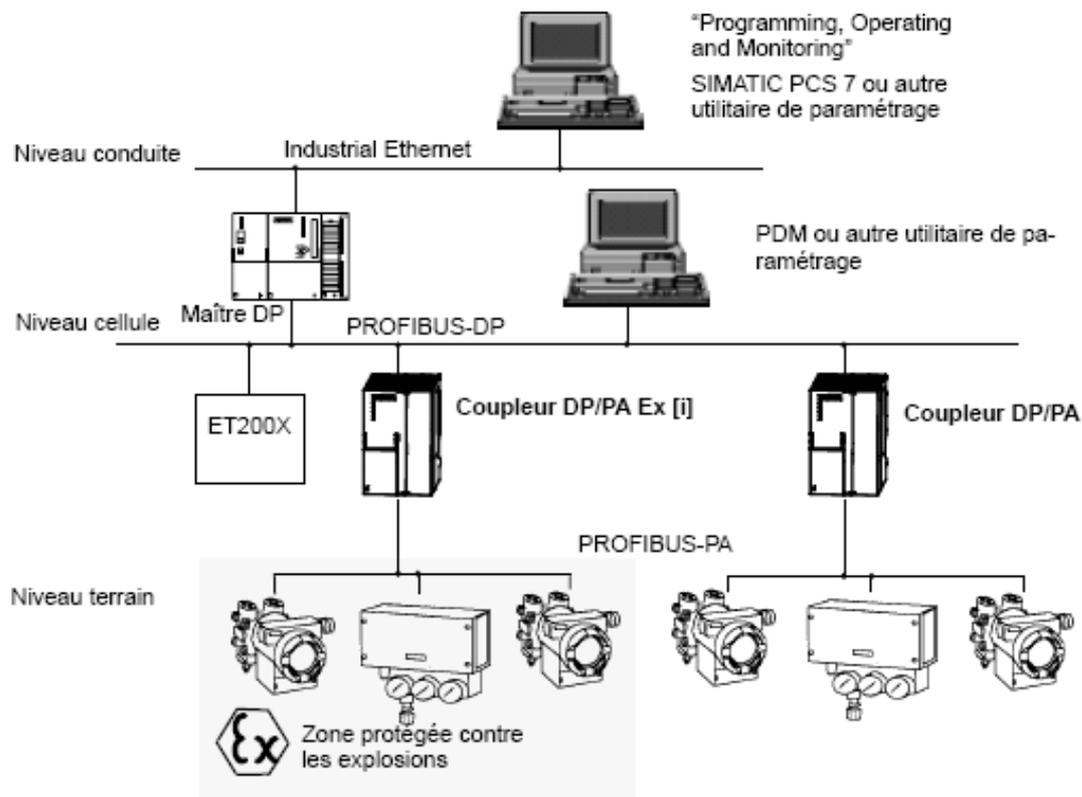


Figure II.5: Système type de communication SIMATIC NET

II.2.2.5.1.2 Bases du réseau PROFIBUS

- **Procédures d'accès**

Méthode TOKEN BUS /Maître–esclave

La procédure d'accès sur PROFIBUS est conforme aux méthodes "Token Bus" pour les stations actives et "Maître–esclave" pour les stations passives, décrites par la norme EN 50170, volume 2.

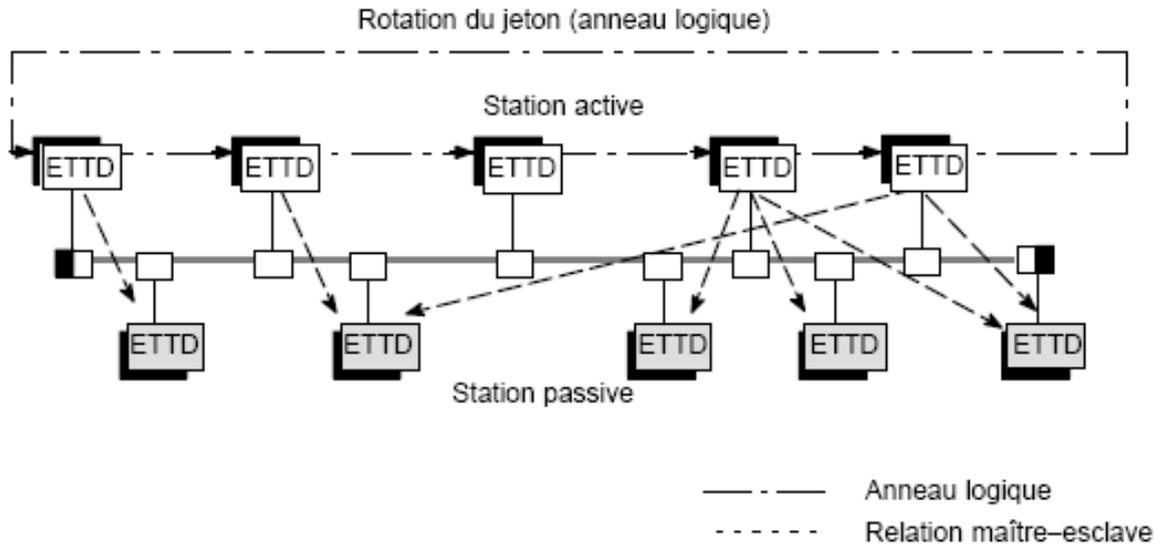


Figure II.6: Principe de fonctionnement de la procédure d'accès PROFIBUS

La procédure d'accès n'est pas liée au support de transmission. La Figure II.6 "Principe de fonctionnement de la procédure d'accès PROFIBUS" illustre la procédure hybride avec stations actives et passives, brièvement décrite ci-après :

- Toutes les stations actives (maîtres) constituent dans un ordre déterminé "l'anneau logique à jeton", chaque station active connaissant les autres stations actives et leur ordre dans l'anneau logique (cet ordre est indépendant de la disposition topologique des stations actives sur le bus).
- Le droit d'accès au support (le "jeton") est transmis d'une station active à l'autre sur la base de l'ordre déterminé par l'anneau logique.
- Dès qu'une station a reçu le jeton (qui lui est adressé), elle peut émettre des télégrammes. L'intervalle durant lequel la station est autorisée à émettre est déterminé par le temps de détention du jeton. Lorsque ce dernier est écoulé, elle n'est plus autorisée qu'à émettre un télégramme à haute priorité. Si la station n'a plus d'information à émettre, elle remet le jeton directement à la station suivante de l'anneau logique. Les temporisations du jeton ("max. Token Holding Time" etc.) sont configurées pour toutes les stations actives.
- Si une station active détient le jeton et si des couplages à des stations passives ont été configurés (liaisons maître-esclave), ces stations passives sont interrogées (lecture de valeurs p. ex.) ou des données leur sont transmises (consignes p. ex.).
- Le jeton n'est jamais remis à une station passive.

Cette procédure d'accès permet d'ajouter ou de supprimer des stations du réseau en cours de fonctionnement.

• Procédures de transmission

Les procédures de transmission physiques du réseau PROFIBUS SIMATIC NET varient selon le support utilisé : (ce qui n'est pas le cas de la procédure d'accès)

- RS–485 pour les réseaux électriques (**pour différencier du réseau profibus optique**) constitués de paires torsadées blindées
- procédures optiques selon la spécification PNO /3/ via fibres optiques.
- procédure sans fil pour les réseaux à base de transmission par infrarouge
- technologie IEC 61158–2 pour les réseaux électriques à sécurité intrinsèque et sans sécurité intrinsèque dans l'automatisation de process (PROFIBUS–PA), à base de paires torsadées blindées.

- Procédure de transmission selon la norme EIA RS–485

La procédure de transmission RS–485 est conforme à la transmission de données symétrique selon la norme EIA RS–485 /4/. Cette procédure de transmission est prescrite par la norme PROFIBUS EN 50170 pour la transmission de données via câbles bifilaires.

Le support utilisé est une paire torsadée blindée. La longueur maximale d'un segment dépend de

- la vitesse de transmission
- du type de câble utilisé
- du nombre de stations
- de la nature et du nombre des éléments de protection contre les surtensions.

Caractéristiques :

- Topologie en bus ou arbre avec répéteurs, boîtiers de connexion et connecteurs de bus pour la connexion des stations PROFIBUS
- Concept de montage et de mise à la terre simple et homogène

La technologie de transmission RS–485 sur PROFIBUS possède les caractéristiques physiques suivantes :

Topologie de réseau :	linéaire, arborescente en cas d'utilisation de répéteurs
Support :	paire torsadée blindée
Longueur max. de segment :	1.000 m pour vitesse de transmission jusqu'à 87,5 kbit/s 400 m pour vitesse de transmission de 500 kbit/s 200 m pour vitesse de transmission de 1,5 Mbit/s 100 m pour vitesses de transmission de 3, 6 et 12 Mbit/s
Nombre de répéteurs connectés en série :	9 max.
Nombre de stations :	32 max. par segment de bus 127 max. par réseau en cas d'utilisation de répéteurs
Vitesses de transmission :	9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s, 45,45 kbit/s, 93,75 kbit/s, 187,5 kbit/s, 500 kbit/s, 1,5 Mbit/s, 3 Mbit/s, 6 Mbit/s, 12 Mbit/s

Tableau II.1: Câbles–bus pour PROFIBUS

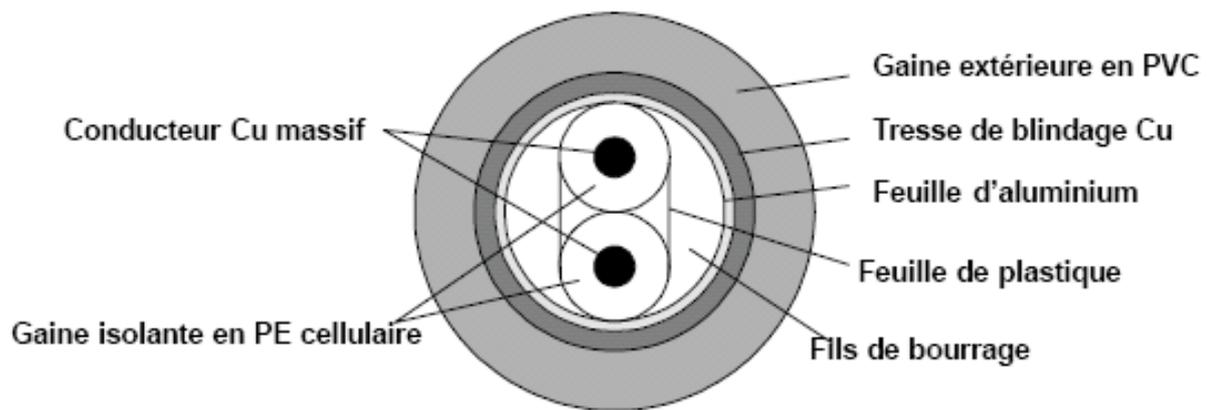


Figure II.7 : Structure de principe du câble standard FC

II.2.2.5.2 Topologies des réseaux PROFIBUS SIMATIC NET

- **Topologies des réseaux électriques**

Les réseaux électriques PROFIBUS SIMATIC fonctionnent avec les vitesses de transmission suivantes :

9,6 kbits/s, 19,2 kbits/s, 93,75 kbits/s, 187,5 kbits/s, 500 kbits/s, 1,5 Mbits/s, 3 Mbits/s, 6 Mbits/s und 12 Mbits/s.

La vitesse et le support de transmission ainsi que les constituants du réseau déterminent la longueur de segment réalisable et de ce fait également l'extension spatiale du réseau.

Les constituants de connexion au bus se subdivisent en deux groupes :

- constituants pour vitesses de transmission de 9,6 kbits/s à 1,5 Mbits/s max.
- constituants pour vitesses de transmission de 9,6 kbits/s à 12 Mbits/s max.

Sont utilisées comme support les câbles–bus PROFIBUS SIMATIC NET décrits ci-dessus. Les informations techniques fournies ci-après se rapportent uniquement aux réseaux réalisés à l'aide de ces câbles et de constituants PROFIBUS SIMATIC NET.

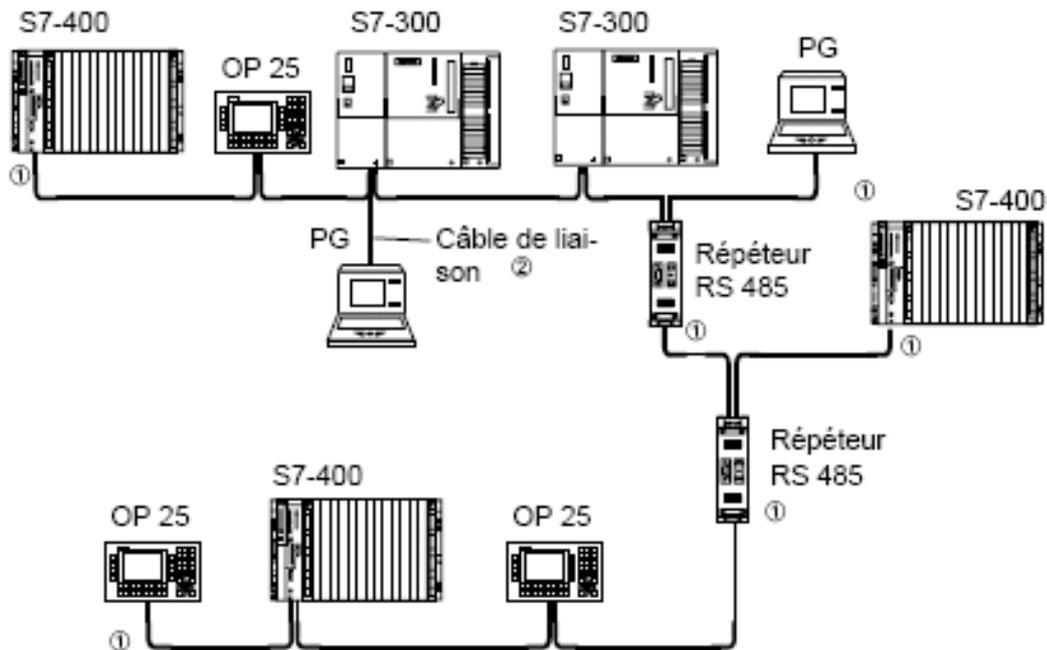
Les stations sont connectées aux câbles–bus à l'aide de connecteurs de bus, de boîtiers de connexion RS 485 ou de répéteurs RS 485. Chaque segment de bus doit être muni à ses extrémités d'une résistance de terminaison. Cette terminaison de ligne, intégrée sur les répéteurs RS 485 et les connecteurs de bus, peut être activée selon les besoins. Pour que cette terminaison de ligne fonctionne, l'élément de connexion correspondant doit être sous tension. Sur les boîtiers de connexion RS 485 et les connecteurs de bus, cette alimentation est assurée par les équipements terminaux de traitement de données (ETTD) auxquels ils sont raccordés, sur les répéteurs RS 485 il s'agit de l'alimentation électrique propre au répéteur.

La technologie de transmission RS 485 permet de réaliser jusqu'à 32 couplages (ETTD et répéteurs) par segment de bus. La longueur de ligne maximale admissible d'un segment est déterminée par la vitesse de transmission choisie, le câble–bus

utilisé et le nombre de modules de protection contre les surtensions éventuellement nécessaires.

La mise en oeuvre de répéteurs RS 485 permet de relier des segments entre eux. Le nombre maximal de répéteurs admissible entre deux stations est de 9. Les réseaux peuvent être montés en structure linéaire ou arborescente.

La Figure ci-dessous montre une topologie typique en technologie RS 485 avec 3 segments et 2 répéteurs.



1_ Résistance de terminaison activée

2_ PG connectée par câble de liaison (6ES7 901-4BD00-0XA0) pour les besoins de la maintenance

Figure II.8 : Topologie en technologie RS 485

- **Topologies des réseaux optiques**

Transition électrique – optique

Si on souhaite couvrir des distances importantes avec le bus de terrain indépendamment de la vitesse de transmission ou si les transmissions de données sur le bus risquent d'être perturbées par de forts champs électromagnétiques externes, l'utilisation de câbles FO à la place des câbles de cuivre s'impose.

La transition des câbles électriques aux câbles FO peut s'effectuer comme suit :

- Les stations PROFIBUS à interface PROFIBUS-DP (RS 485) sont connectées au réseau optique via un terminal de bus optique (OBT) ou un module de liaison optique (OLM).
- Les stations PROFIBUS à interface FO intégrée (p. ex. ET 200M (IM 153-2 FO), S7-400 (IM 467 FO)) peuvent être directement interconnectées en un réseau optique à topologie linéaire.
- Les réseaux optiques de grande étendue ou les structures annulaires redondantes doivent être réalisées à l'aide d'OLM.

La réalisation de réseaux optiques à l'aide de modules de liaison optiques (OLM) est décrite dans le paragraphe « Topologies avec OLM ».

- **Topologie à interfaces optiques intégrées**

Le réseau optique PROFIBUS à stations dotées d'une interface FO intégrée est réalisé en **topologie linéaire**. Les stations PROFIBUS sont reliées par paires par des câbles FO duplex.

Dans un réseau optique PROFIBUS, il est possible de connecter en série jusqu'à 32 stations PROFIBUS à interface FO intégrée. En cas de défaillance d'une station PROFIBUS, le maître DP n'a plus accès, du fait de la topologie linéaire, à tous les esclaves en aval de la station défaillante.

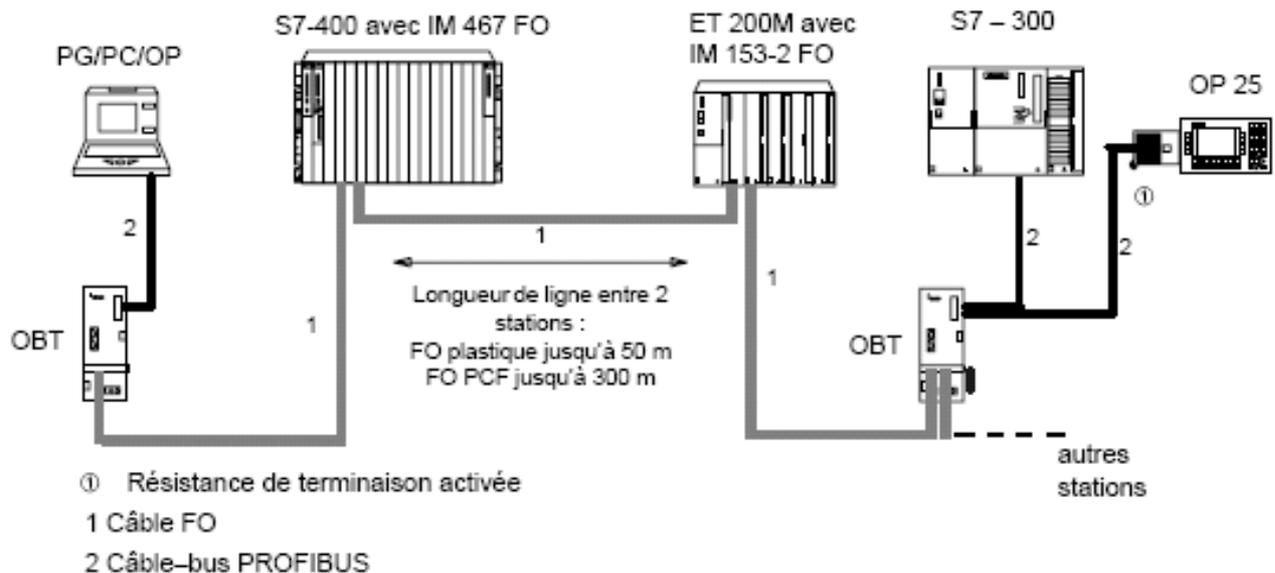


Figure II.9 : Réseau PROFIBUS-DP avec stations dotées d'une interface FO

Vitesse de transmission

Les réseaux optiques PROFIBUS en topologie linéaire fonctionnent aux vitesses de transmission suivantes :

9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s, 45,45 kbit/s, 93,75 kbit/s, 187,5 kbit/s, 500 kbit/s, 1,5 Mbit/s et 12 Mbit/s.

Terminal de bus optique PROFIBUS (OBT)

Le terminal de bus optique PROFIBUS (OBT) permet de connecter une station PROFIBUS dépourvue d'interface optique ou un segment PROFIBUS RS485 au réseau optique PROFIBUS (Voir figure ci-dessus).

La connexion s'effectue à l'aide d'un câble PROFIBUS ou d'une jarretière à l'interface

RS 485 de l'OBT. L'OBT est quant à lui intégré dans la ligne optique PROFIBUS via son interface FO.

Topologies avec OLM

Les réseaux optiques PROFIBUS SIMATIC NET sont réalisés avec les matériels suivants :

modules de liaison optique (OLM) et connecteurs de liaison optique (OLP)

Dans les réseaux optiques, la longueur de ligne entre 2 constituants du réseau est indépendante de la vitesse de transmission.

Exception : Anneaux optiques redondants à deux fibres

Les OLM possèdent deux canaux électriques, fonctionnellement distincts (similaires à ceux d'un répéteur), et , selon la version, deux ou quatre canaux optiques.

Les OLM sont conçus pour des vitesses de transmission de 9,6 kbits/s à 1 500 kbits/s. La vitesse de transmission est détectée automatiquement.

Le Tableau 2.1 présente un récapitulatif des variantes d'OLM et des longueurs de ligne réalisables.

Topologies linéaires avec OLM

La Figure II.10 présente un exemple typique de topologie linéaire.

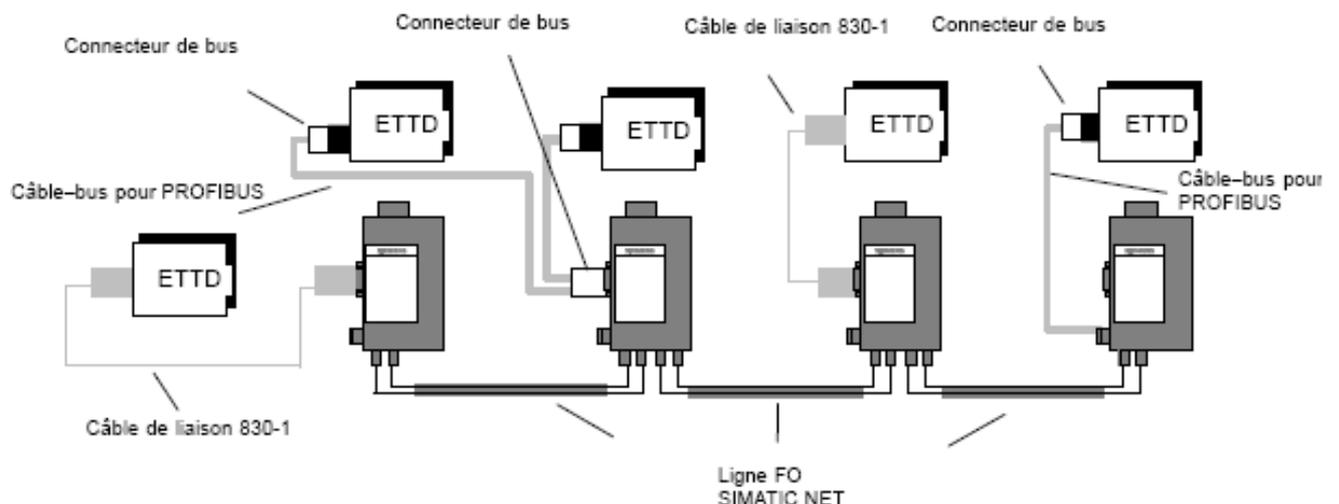


Figure II.10: Exemple de topologie linéaire avec OLM

- Câble de liaison 830-1 : câbles permettant de se connecter sur l'automate.

Dans une topologie linéaire, les différents OLM PROFIBUS SIMATIC NET sont reliés par paire par des lignes optiques à deux fibres.

Aux extrémités d'une ligne, on peut se contenter d'utiliser des OLM à un seul canal optique tandis que les OLM intermédiaires doivent être équipés de deux canaux optiques.

Les équipements terminaux de traitement de données (ETTD) se connectent à l'interface électrique des OLM.

Chaque interface RS485 peut recevoir des équipements terminaux individuels ou un segment PROFIBUS complet comptant au maximum 31 stations.

L'utilisation de la fonction écho permet de surveiller les différentes lignes optiques à l'aide des modules de liaison optique.

En cas de défaillance d'un OLM ou d'interruption durable d'une ligne optique, la ligne se décompose en deux lignes partielles, chacune continuant à fonctionner normalement.

- **Topologies avec PROFIBUS-PA**

Topologie linéaire et en étoile

Les réseaux PROFIBUS-PA peuvent être réalisés selon une topologie linéaire ou en étoile.

Système SplitConnect

La dérivation en T SplitConnect Tap permet de réaliser un segment de bus avec des points de connexion d'équipements terminaux. La dérivation SplitConnect Tap peut en outre être combinée au SplitConnect Coupler pour constituer un répartiteur. SplitConnect Terminator permet quant à lui d'utiliser la dérivation pour terminer un segment.

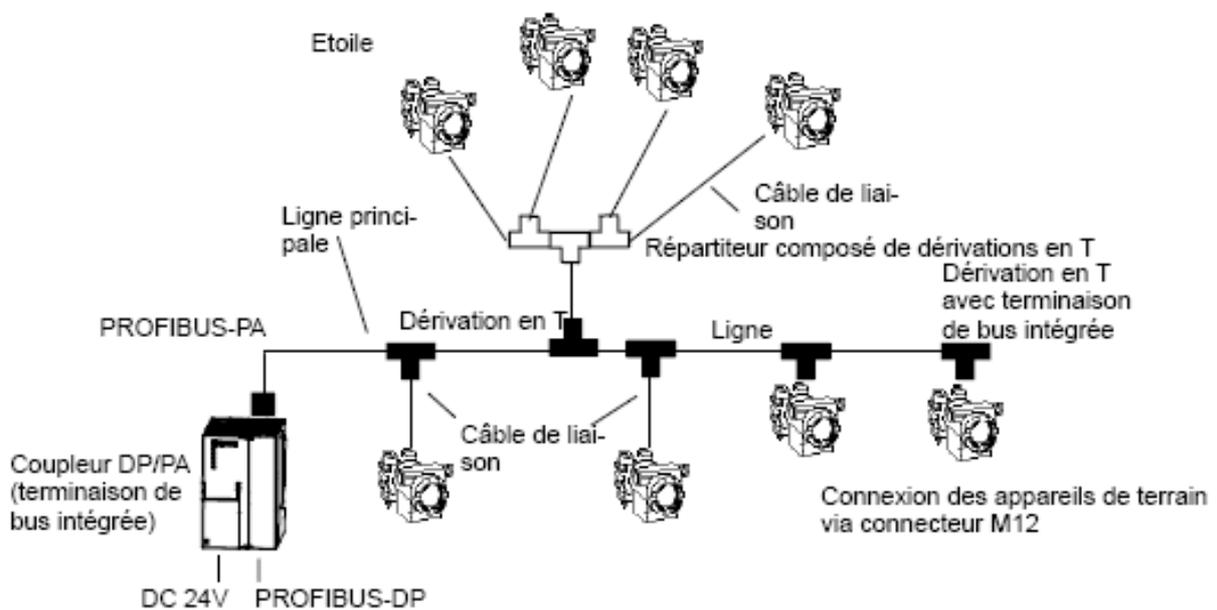


Figure : Topologie linéaire et en étoile

Alimentation des appareils de terrain via PROFIBUS-PA

En cas d'utilisation du coupleur de bus DP/PA, les appareils de terrain sont alimentés via la ligne de données de PROFIBUS-PA.

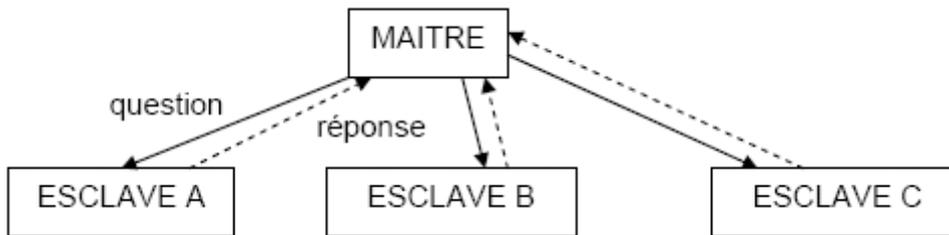
Constitution

Le courant total de tous les appareils de terrain ne doit pas dépasser le courant de sortie maximal du coupleur DP/PA. Le courant de sortie maximal limite le nombre d'appareils connectables à PROFIBUS-PA.

Il est à noter que le réseau Profibus, bien qu'il ait été développé par Siemens reste une solution de réseau d'automatisation industrielle ouverte, largement appliquée dans les systèmes d'automatisation industriels. Sa fiabilité et facilité d'implémentation l'ont distingué des autres réseaux prévus pour ce genre de fonctionnement. Nous verrons au site Naftal pour le GPL de Khroub un exemple réel de son application en industrie.

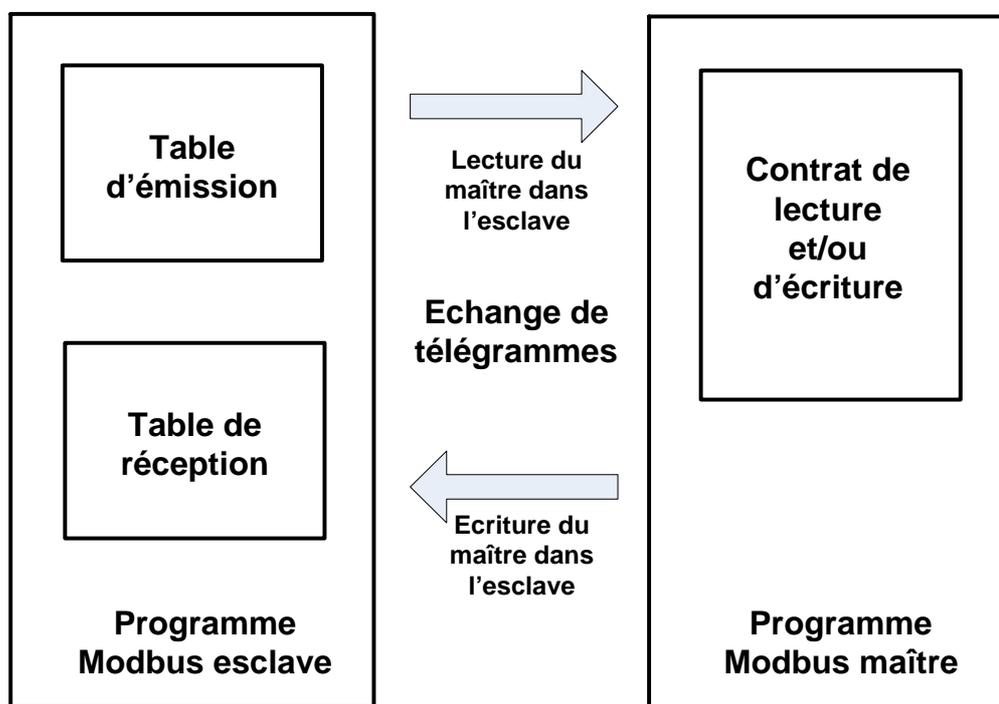
II.2.2.6 Protocole MODBUS

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



Le maître envoie une **demande** et attend une **réponse** (Relation maître – esclave).
Le CP prend l'initiative de la transmission (= maître), puis attend, après avoir envoyé un télégramme de demande, un télégramme de réponse de l'esclave pendant la durée qui a été paramétrée comme temps de surveillance de la 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



Adresse de l'esclave

Cette adresse peut se trouver entre 1 et 255. Elle permet d'adresser un esclave précis sur le bus.

Echange maître vers 1 esclave

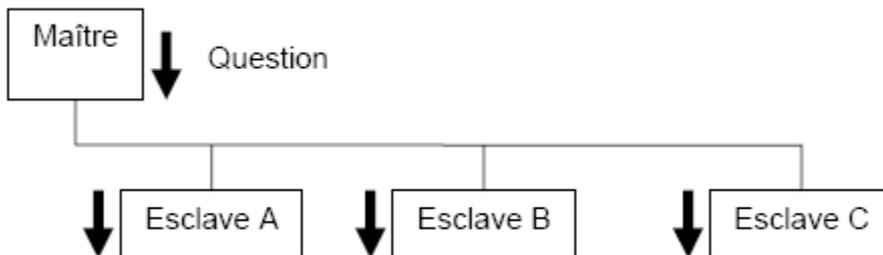
Le maître interroge un esclave de numéro unique sur le réseau et attend de la part de cet esclave une réponse.

Echange Maître vers tous les esclaves (Message Broadcast)

Le maître utilise l'adresse 0 pour s'adresser à tous les esclaves du bus.

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

Les **messages Broadcast** ne sont autorisés qu'avec les **codes de fonction 05, 06, 15, ou 16** destinés à l'écriture.



Trame d'échange question/réponse

La question

- Elle contient un code fonction indiquant à l'esclave adressé quel type d'action est demandé. Le CP prend en charge les codes de fonction suivants :

Code de fonction	Fonction conforme à la spécification MODBUS
01	Read Coil Status
02	Read Input Status
03	Read Holding Registers
04	Read Input Registers
05	Force Single Coil
06	Preset Single Register
07	Read Exception Status
08	Loop Back Test
11	Fetch Communications Event Counter
12	Fetch Communications Event Log

15	Force Multiple Coils
16	Preset Multiple Registers

- 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 télégrammes de 270 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. (→ Contrat de lecture et d'écriture dans DB Modbus Request)

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

Dans le cas du mode RTU, le champ contrôle d'erreur CRC (Contrôle de Redondance Cyclique) contient une valeur codée sur 16 bits.

Note : Le contrôle de parité peut dans certains cas être supprimé car d'autres contrôles d'échanges sont mis en oeuvre (cas du contrôle CRC encore appelé contrôle par Checksum). (Pour notre cas, nous avons laissé le contrôle de parité pour la RS-232).

L'esclave renvoie sa réponse ; il place sa propre adresse dans le champ adresse afin que le maître puisse l'identifier.

Pour une réponse normale, l'esclave reprend le même code fonction que celui du message envoyé par le maître.

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.

Exception Responses

Quand l'esclave détecte une erreur dans le télégramme de demande du maître (par exemple une adresse de registre non autorisée), il met à 1 le bit de poids fort dans le code de fonction du télégramme de réponse. C'est-à-dire qu'il renvoie un code fonction correspondant au code original avec son MSB à 1.

Ensuite, un code d'erreur d'un octet (Exception code) décrivant la cause de l'erreur est transmis.

Télégramme Exception Code

Le télégramme de réponse de l'esclave contenant un code d'erreur est organisé comme suit :

par exemple adresse de l'esclave 5, code de fonction 5, Exception Code 2

Télégramme de réponse de l'esclave EXCEPTION_CODE_xx :

05H Adresse de l'esclave

85H Code de fonction

02H Exception Code (1 à 7)

xxH Contrôle CRC « poids faible »

xxH Contrôle CRC « poids fort »

Quand le pilote (→ Fin ce chapitre ci, « description du Pilote ») reçoit un télégramme de réponse contenant un code d'erreur, il met fin à la tâche en cours en signalant une erreur.

De plus, un numéro d'erreur correspondant au code d'erreur reçu (Exception Code 1 à 7) est inscrit dans la zone SYSTAT.

Aucune donnée n'est enregistrée dans le bloc de donnée destination du bloc RCV.

Les codes d'erreur suivants sont définis conformément aux spécifications MODBUS :

Code d'erreur	Signification selon les spécifications MODBUS	Courte description de la cause *
1	Illegal Function	Code de fonction non autorisé
2	Illegal Data Address	Adresse de données non autorisée dans l'esclave
3	Illegal Data Value	Valeur non autorisée dans l'esclave
4	Failure in associated device	Erreur interne dans l'esclave
5	Acknowledge	La fonction est exécutée.
6	Busy, Rejected message	L'esclave n'est pas prêt à recevoir.
7	Negative Acknowledgement	La fonction ne peut être exécutée.

Support de transmission

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

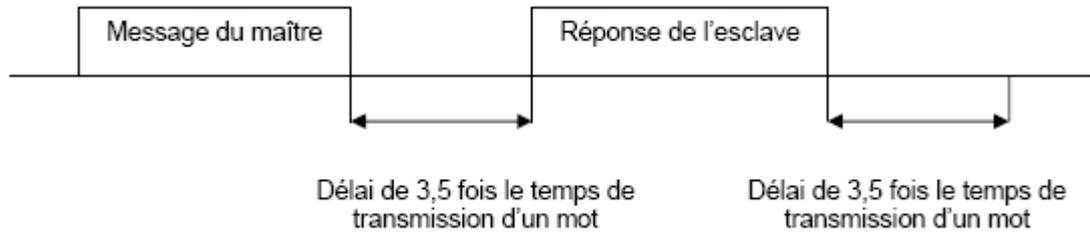
Sans contrôle de parité

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 (télégramme), il doit y avoir un silence équivalent à 3,5 fois le temps de transmission d'un mot.



Ce TIME_OUT de fin de télégramme est donc fonction de la vitesse de transmission.

Vitesse	TIME_OUT
76800 bauds	0,5 ms
38400 bauds	1 ms
19200 bauds	2 ms
9600 bauds	4 ms
4800 bauds	8 ms
2400 bauds	16 ms
1200 bauds	32 ms
600 bauds	64 ms
300 bauds	128 ms

L'ensemble du message doit être transmis de manière continue. Si un silence de plus de 1,5 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 le « multipoints ».

Pour notre cas, nous utilisons la RS-232 pour des raisons de fonctionnalité.

Signaux d'accompagnement RS-232C

Lors de l'utilisation de la cartouche interface RS 232C, les signaux d'accompagnement RS 232C suivants sont disponibles sur le CP :

DCD (entrée), DTR(sortie), DSR(entrée), RTS(sortie), CTS(entrée), RI(entrée).

Après la mise en marche du CP, les signaux de sortie sont à l'état OFF (inactifs).

La manipulation des signaux de commande DTR/DSR et RTS/CTS peut être soit paramétrée avec l'interface de paramétrage: *Paramétrage de coupleur point à point* (sur le driver pour CP) soit commandée à l'aide de fonctions (FB) dans le programme utilisateur.

Manipulation des signaux d'accompagnement RS-232C

- Les signaux d'accompagnement RS 232C peuvent être manipulés, c'est-à-dire lus ou mis à 1 ou à 0 :
 - si la manipulation automatique de tous les signaux d'accompagnement RS-232C a été paramétrée ;

- au moyen des fonctions FB V24_STAT et FB V24_SET.

Note

Si la manipulation automatique des signaux d'accompagnement RS 232C a été paramétrée, il n'est pas possible d'effectuer un contrôle de flux de données avec RTS/CTS ni une commande des signaux RTS et DTR à l'aide de la fonction FB V24_SET !

Par contre, la lecture de tous les signaux d'accompagnement RS-232C par la fonction FB V24_STAT est toujours possible.

Mais vu que notre processus de communication est basé sur l'initialisation de celle-ci par le signal DTR, nous utiliserons la manipulation des signaux RS-232 au moyen des fonctions FB V24_STAT et FB V24_SET.

- L'émission et la réception de télégrammes ne sont possibles qu'après que la ligne DTR a été mise à l'état ON. Tant que DTR reste à l'état OFF, aucune donnée n'est reçue par l'interface RS 232C. Un contrat d'émission est interrompu avec un message d'erreur correspondant.
- La réception de données par l'intermédiaire de l'interface RS 232C est possible dès que la ligne DSR est à l'état ON. Si le tampon de réception du CP est sur le point de déborder, le CP ne réagit pas.
- Lorsque l'état de la ligne DSR passe de ON à OFF, un contrat d'émission ou une réception de données en cours est interrompu avec un message d'erreur.

Description du Pilote chargeable pour CP point à point (Protocole MODBUS Maître ou Esclave Format RTU)

Rôle dans l'environnement S7

Le pilote décrit est un logiciel destiné aux processeurs de communication CP 340, CP 341 (S7-300) et CP 441-2 (S7-400).

CP340, CP 341 et CP 441-2 sont utilisables dans les systèmes d'automatisation S7 et peuvent établir des liaisons de communication série à des systèmes partenaires.

Fonction du pilote

Ce pilote sert à établir une liaison de communication entre un module CP 441-2 ou CP 341 et un système de commande capable de dialoguer en protocole MODBUS (par exemple une commande Modicon ou le contrôleur Honeywell TDC 3000).

Pour notre cas, c'est le protocole **MODBUS GOULD** au **format RTU** qui est employé pour la transmission. Cette dernière s'effectue suivant le principe Maître-Esclave.

Le **maître** prend l'initiative de la transmission sauf dans certains cas que nous avons décrit en II.1.

La communication entre le CP et le système non Siemens peut avoir recours aux **codes de fonction 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 11, 12, 15 et 16**.

On utilise une procédure semi-duplex, asynchrone et transparente au code.

« Fonction Blocs » Modbus Maître et esclave pour S7-300 (à mettre dans le programme Step7) :

- **FB10 Modbus Maître pour S7-300 :**

Fonctionnement :

Le déclenchement d'une fonction Modbus s'effectue par l'activation d'un contrat (paramètre FB IN/OUT REQ_CONTRAT). Un seul contrat actif a la fois par réseau Modbus.

En paramètre de sortie, Le FB met a disposition des bits d'état du contrat :

- Contrat en cours : REQ_en_cours
- Contrat termine sans erreur : REQ_done
- Contrat termine avec erreur : REQ_error

En fin de contrat (Avec ou sans erreur), le FB remet a zéro automatiquement le paramètre d'activation REQ_CONTRAT.

La temporisation (paramètre FB Tempo_Surveillance) est activée dès qu'un contrat est en cours. A l'échéance de celle-ci (Temps défini par le paramètre FB Preset_tempo), le contrat se termine avec erreur, le code d'erreur W#16#33 est écrit dans l'octet PAFE. Aucune réémission du contrat n'est effectuée automatiquement.

Les données nécessaires pour réaliser un contrat doivent être définies avant l'activation de celui-ci.

Contrat lecture n bits :

Num_DB : }
Num_Octet : } Adresse de rangement dans l'automate maître du
Num_bit : } 1er bit lu
Num_Slave : Numero de l'esclave à interroger
Code_Modbus : Code fonction Modbus (1 ou 2)
Paramètre 6 : Adresse du 1er bit à lire dans l'esclave
Paramètre 7 : Nombre de bit à lire (max 2040)

Contrat lecture n mots :

Num_DB : } Adresse de rangement dans l'automate maître du
Num_Octet : } 1er mot lu
Num_bit : } (Num_bit non significatif)
Num_Slave : Numéro de l'esclave à interroger
Code_Modbus : Code fonction Modbus (3 ou 4)
Paramètre 6 : Adresse du 1er mot à lire dans l'esclave
Paramètre 7 : Nombre de mot à lire (max 127)

Contrat écriture 1 bit :

Num_DB : }
Num_Octet : } Non significatif
Num_bit : }
Num_Slave : Numéro de l'esclave destinataire
Code_Modbus : Code fonction Modbus (5)
Paramètre 6 : Adresse du bit à écrire dans l'esclave
Paramètre 7 : Etat du bit (Parametre7 = 0 ou 1 suivant état)

Contrat écriture 1 mot :

Num_DB : }
Num_Octet : } non significatif
Num_bit : }
Num_Slave : Numéro de l'esclave destinataire
Code_Modbus : Code fonction Modbus (6)
Parametre6 : Adresse du registre a écrire dans l'esclave
Parametre7 : Valeur du registre

Contrat écriture n bits :

Num_DB : } Adresse dans l'automate maître du 1er bit a
Num_Octet : } transférer dans l'esclave
Num_bit : }
Num_Slave : Numéro de l'esclave destinataire
Code_Modbus : Code fonction Modbus (15 Décimal)
Parametre6 : Adresse du 1er bit à écrire dans l'esclave
Parametre7 : Nombre de bits à transférer

Contrat écriture n mots :

Num_DB : } Adresse dans l'automate maître du 1er mot a
Num_Octet : } transférer dans l'esclave
Num_bit : } (Num_bit non significatif)
Num_Slave : Numéro de l'esclave destinataire
Code_Modbus : Code fonction Modbus (16 Décimal)
Parametre6 : Adresse du 1er registre à écrire dans l'esclave
Parametre7 : Nombre de registres à transférer

Contrat test de ligne :

Num_DB : } Adresse de rangement dans l'automate maître du
Num_Octet : } mot de donnée retourné par l'esclave
Num_bit : } (Num_bit non significatif)
Num_Slave : Numéro de l'esclave à interroger
Code_Modbus : Code fonction Modbus (8 Décimal)
Parametre6 : Sous code fonction modbus
Parametre7 : Données a transmettre lié au sous code

Code d'Erreur en retour dans octet PAFE :

L'évaluation de l'octet d'erreur n'est significative qu'en fin de traitement d'un contrat. La valeur n'est réactualisée que lors de l'activation d'un nouveau contrat.

- 0 (Hexa) : Aucune Erreur OU contrat en cours
- 11 (Hexa): Paramétrage contrat : Numéro Esclave hors limite
* $1 < \text{Num_Slave} > 127$
- 12 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction lecture n bits
(Code_Modbus = 1 ou 2)
* $1 < \text{Nombre de bits a lire (Parametre_7)} > 2040$
- 13 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction lecture n registres
(Code_Modbus = 3 ou 4)
* $1 < \text{Nombre de registres a lire (Parametre_7)} > 127$

- 14 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction écriture 1 bit
(Code_Modbus = 5)
* Valeur de forçage (Parametre_7) <> 0 ET <>1
- 15 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction écriture 1 registre
(Code_Modbus = 6)
* Pas de contrôle effectué
- 16 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction test de ligne
(Code_Modbus = 8)
* Pas de contrôle effectué
- 17 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction écriture n bits
(Code_Modbus = 15)
* $1 < \text{Nombre de bits a écrire (Parametre_7)} > 2040$
- 18 (Hexa): Paramétrage contrat : Paramétrage fonction écriture n registres
(Code_Modbus = 16)
* $1 < \text{Nombre de registres a écrire (Parametre_7)} > 127$
- 19 (Hexa): Paramétrage contrat : Code fonction modbus non supporte
* Code_Modbus <> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15 ou 16

- 30 (Hexa): Fonction Modbus non autorisée du cote de l'esclave
* La trame de réponse de l'esclave signale que la demande du maître ne peut être traitée.
- 31 (Hexa): Erreur CRC16 sur trame reçue
* le CRC émis par l'esclave ne correspond pas au CRC calculé par le maître.
- 32 (Hexa): Format trame de réponse de l'esclave incorrecte
* La trame de réponse de l'esclave n'est pas dans le format attendu (format trame de réponse normalisée MODBUS)
- 33 (Hexa): Aucune trame de réponse de l'esclave
* Aucune trame de réponse de l'esclave en fin de temporisation de surveillance.

- 35 (Hexa): Erreur système (Interne au FB)
* Incohérence des variables interne pour traitement du programme.

- 51 (Hexa): Erreur système (bloc de dialogue réception)
* Voir paramètre #STATUS_PRCV dans DB d'instance du FB Modbus.

- 81 (Hexa): Erreur système (bloc de dialogue émission)
* Voir paramètre #STATUS_PSEND dans DB d'instance du FB Modbus.
Cause possible : Rupture de ligne.....

- **FB1 Modbus esclave pour S7-300 :**

Définition du DB Modbus :

Le DB Modbus contient les zones suivantes :

- Une zone de données, contenant la zone bit et la zone registre accessibles par le maître en lecture ou en écriture.
- La table de réception (longueur fixe 270 Octets).
- La table d'émission (longueur fixe 270 Octets).

II.2.2.7 Interface supervision Simatic WinCC



SIMATIC WIN CC offre de multiples possibilités de réaliser des solutions d'automatisation :

- structures client – serveur avec installation simple ;
- sécurité dans la marche du processus et intégrité des données grâce à une architecture redondante ;
- extensibilité fonctionnelle illimitée par intégration d'éléments ActiveX
- possibilités de communication ouverte grâce à OPC). (→ Voir II.2.2.8 « Qu'est ce que OPC ? »)

Domaine d'application :

WinCC est conçu pour la visualisation et la conduite de processus, cycles de fabrication, machines et installations. Avec son couplage processus performant, à SIMATIC notamment, et son archivage sûr des données, WinCC détient dans le cadre de la supervision industrielle des solutions à haute disponibilité. Le système de base indépendant des branches et technologies permet une mise en œuvre universelle dans toutes les applications d'automatisation.

Environnement général de configuration WinCC

- la conception de vues et de représentations du process ;
- l'archivage - destiné à l'enregistrement avec horodatage de données et d'événements dans une base de données SQL ;
- la création de journaux consignants des données fournies par l'interrogation. Voir « Report Designer » ;
- la gestion des données - permettant la définition et la collecte des données pour l'ensemble du process.

Système runtime WinCC

-assure l'interaction avec l'application des opérateurs sur le terrain et en salle de conduite.

Caractéristiques :

Les fonctions à caractère spécifiquement industriel telles que la signalisation d'événements, l'archivage de mesures, des données du processus et de configuration et la visualisation sont intégrés au départ dans la version de base du système :

- **Control Center :**
qui permet un accès rapide à toutes les données du projet et aux paramètres centraux.

- **Graphics Designer :**
pour la configuration personnalisée de la visualisation et du pilotage des synoptiques.
- **Alarm Logging :**
pour la saisie et l'archivage d'événements, signalisations et alarmes.
- **Tag Logging :**
pour la mémorisation de mesures momentanées ou comprimées.
- **Report Designer :**
pour la documentation déclenchée par horloge ou sur événements, avec mise en page personnalisable.
- **Global Scripts :**
fonctions sans limite par utilisation du compilateur ANSI – C intégré.
- **User Administrator :**
pour la gestion confortable des différentes habilitations des utilisateurs.

II.2.2.8 Qu'est ce qu'une communication OPC ?

OPC (OLE for Process Control) est un standard de communication basé sur la technologie OLE/COM qui constitue le nouveau moyen d'échange d'informations entre applications MS-Windows en environnement 32-bit.

C'est un standard d'interface ouvert, défini par "OPC foundation" (<http://www.opcfoundation.org>) chapeauté par MICROSOFT, permet aujourd'hui des connexions de type "Plug and play" entre les différents composants d'un système d'automatisation.

Plus de 120 partenaires (Télémécanique, Allen Bradley, Applicom, Siemens,...) adhèrent aujourd'hui à cette norme qui met fin aux interminables débats d'interfaces spécifiques et propriétaires.

Avec un seul interface (Client OPC) les plus grands superviseurs actuels (et autres outils type EXCEL !) peuvent dialoguer avec la plupart des API du marché, d'où une simplicité et un coût de mise en œuvre réduits.

OPC est un standard de communication horodaté.

Si OPC est similaire à DDE (Dynamic Data Exchange) dans l'objectif de faire communiquer de façon transparente différents systèmes ou applications, dans les performances OPC surclasse de loin DDE (contrôle de la qualité des échanges, gestion des erreurs de communication,...) qui n'a jamais connu de véritable essor dans le monde industriel.

De plus OPC permet de gérer de façon simple des architectures réseau "Client-Serveur". Une application quelconque "Client OPC" installée sur un poste P1 accède aux données (lecture/écriture) mises à disposition par un poste P2 "Serveur OPC". Le poste P2 "Serveur OPC" n'a même pas à connaître les clients qui lui sont connectés. En d'autres termes, une seule déclaration de variables suffit au niveau du serveur OPC et d'autres postes clients peuvent ainsi être raccrochés au réseau sans interrompre le serveur.

Le principe de la communication est basé sur l'utilisation d'une table d'échange par laquelle transitent toutes les données échangées entre le client et le serveur. Cette table est gérée par le " serveur OPC ", auquel s'adressent les " clients OPC ".

Les données unitaires de cette table d'échange sont nommées "item OPC".

Toute écriture de données adressées par le " client OPC " au " serveur OPC " entraîne une mise à jour de la table d'échange.

Toute écriture de données par le " serveur OPC " entraîne une mise à jour de la table d'échange et est notifiée à tout client abonné.

De plus, un client peut demander la lecture (immédiate, sans passer par un abonnement) d'une donnée de la table d'échange.

Objectif :

Accès aux automates Siemens ou équipements reliés au réseau Profibus.

Les supports de communication sont Profibus et Ethernet. Ceci permettra aussi de se connecter sur des équipements non Siemens.

II.2.2.9 PC Adapter USB

Nous donnons en annexe 5 les principales propriétés du PC Adapter USB que nous utilisons pour nos tests à chaque fois que l'on veut connecter un PC portable à l'automate. Au fait, c'est sur le port MPI que l'on se branche, à l'aide d'un câble MPI relié à notre adaptateur, et puis on connecte le câble USB de ce dernier sur notre PC.

II.3 Conclusion :

Tous les équipements et protocoles de communication décrits dans ce chapitre ont été intégrés, afin de permettre l'acheminement des données requises par le client, depuis le site ou l'événement a été signalé, jusqu'à la salle de supervision située à plusieurs centaines de kilomètres de là. Le choix des techniques utilisées a été guidé aux conditions imposées par le client (l'utilisation des lignes téléphoniques existantes sur le site de Khroub et au centre de supervision Naftal – Alger), et aux conditions géographiques (distance, montagnes) et techniques (communication avec des équipement non Siemens) rencontrées.

III. Installation sur terrain du système de télétransmission

III.1 Tests prototypes sur chantier

III.1.1 Première application : Station de pompage SP4 / Sahel

Mise en service de la télétransmission sur ligne dédiée entre R4.0 et R4.1

Station de pompage SP4 :

But :

L'eau stockée dans le réservoir R4.0 est envoyée à 500m vers le réservoir R4.1 à l'aide de pompes. Le nombre de pompes mises en fonctionnement dépend de la demande en eau, c'est-à-dire du niveau du réservoir R4.1.

L'information sur le niveau du réservoir R4.1 doit donc être transmise de l'automate gérant ce réservoir ci, à celui du réservoir R4.0 pour lui permettre de commander l'enclenchement ou le déclenchement d'une ou plusieurs pompes.

Les données concernant le réservoir R4.1 sont récoltées par un automate S7-200 ; celles du réservoir R4.0 sont récoltées par un S7-300.

Voici ci-dessous le schéma hydraulique du projet Sahel, avec les lignes téléphoniques bifilaires tirées entre chaque station de pompage et le réservoir à relier.

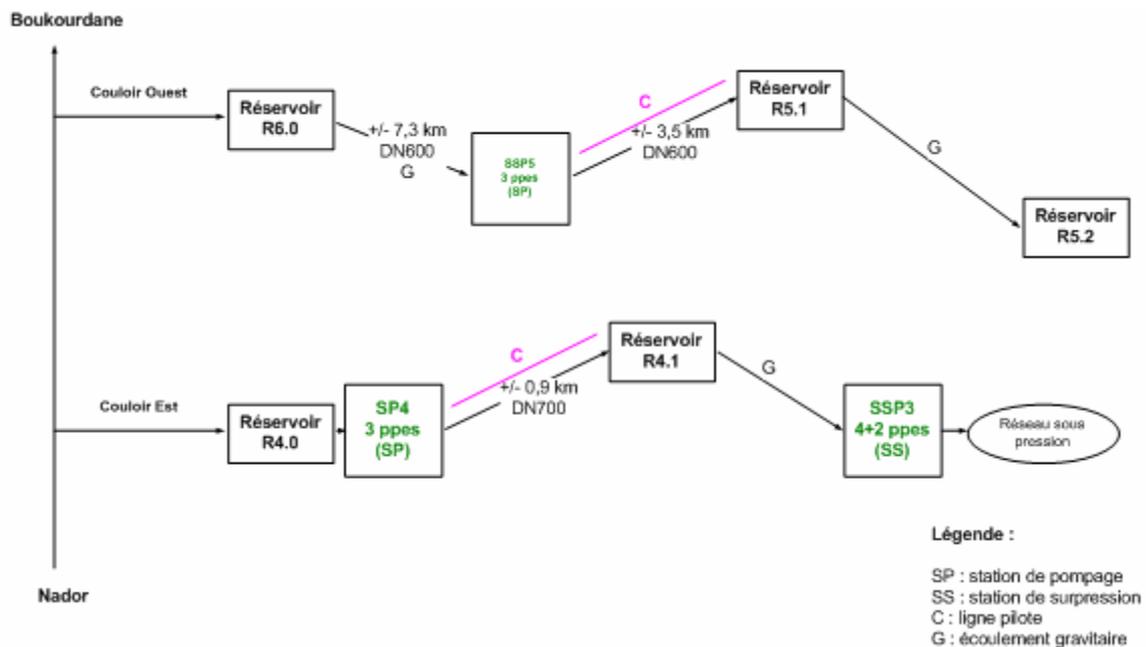


Figure III.1 : Architecture hydraulique

Télétransmission sur ligne téléphonique dédiée :

Le transfert des données de l'automate S7-200 vers l'automate S7-300 se fait par télétransmission via deux modems reliés par une ligne téléphonique dédiée (ligne téléphonique bifilaire tirée entre les deux sites à relier). Pour ce faire, on utilise le port de la Ligne Louée. Chacun des deux automates est relié à son modem associé par un câble RS-485.

Le transfert de données se fait en protocole MODBUS (→ **Chapitre II.2.2.6 Protocole MODBUS**). Dès l'établissement de la communication entre les deux modems, ces derniers deviennent transparents à la communication MODBUS ; c'est-à-dire que le transfert de données s'effectuera librement, à la couche supérieure, sans tenir compte de la liaison entre chaque automate et son modem ou entre modems.

L'automate S7-300 (CPU 314-2 DP) nécessite un module de communication CP341 RS-485/422, pour communiquer avec son modem via le port de communication de même type (RS-485).

La communication en MODBUS nécessite la configuration d'un automate en maître MODBUS-Master et l'autre en esclave MODBUS-Slave.

La vitesse de transmission à **9600bauds**. A configurer sur le modem (→ configuration modem SW4) et sur la CP à l'aide de SIMATIC Manager.

La vitesse de communication du S7-200 doit être configurée à l'aide de Step7 MicroWin. Elle a une valeur minimale de 9600 bauds.

Voici ci-dessous le système de télétransmission sur ligne dédiée : liaison continue entre modems pour une transmission en temps réel permettant l'automatisation des pompes de SP4.

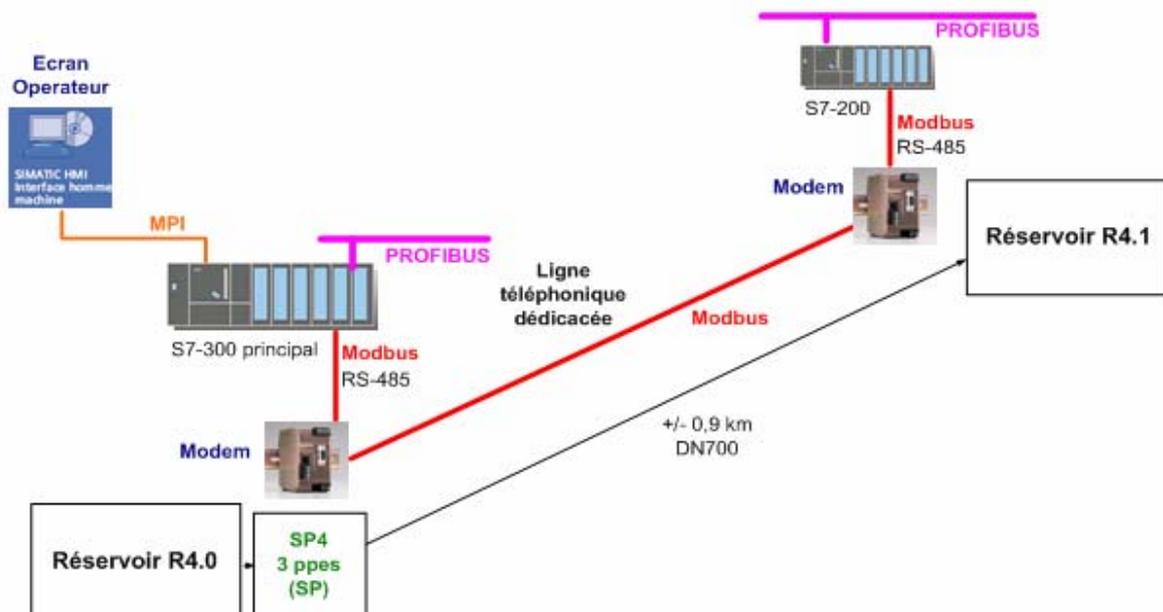


Figure III.2: Télétransmission sur ligne dédiée

Configuration modems (WESTERMO RS-422/485 LV) (Pour plus de détails→ Chapitre II.2.2.2 Modem)

Les modems sont configurés à l'aide de switches et un driver TD-Tool permettant plus de fonctionnalités.

Note :

La configuration à l'aide de TD-Tool nécessite l'utilisation du port RS-232 côté modem et d'un port COM côté PC/PG (console de programmation). De ce fait, les switches relatifs à la communication en RS-485 doivent être mis à OFF ; en l'occurrence :

SW4 : n°8 en OFF ;
SW5 : tous en OFF.

Pour cette application ci, l'utilisation de TD-Tool n'a pas été nécessaire.

Configuration switches pour mode transfert de données :

Modem maître :

SW1 : Paramètres généraux

- 1 en ON et 2 en ON : Ligne louée, coté appelant ;
- 4 en ON : inhiber la compression de données;
- le reste en OFF.

SW2 : Format de donnée série et vitesse de transmission

- 1 en OFF, 2 et 3 en ON, 4 en OFF : **9600bits/s** ;
- 5 et 6 en OFF, 7 en ON : 8 bits de donnée, parité paire ;
- 8 en OFF : 1 bit STOP ;
- le reste en OFF.

SW3 : Commandes AT spécifiques pour la communication avec le modem (mode Terminal)

- tous en OFF.

SW4 : Modulation de ligne, mode

- 1, 2, 3 en OFF, 4 en ON : V32bis ; **9600bits/s** ;
- 8 en ON : RS-422/485 Enable (en OFF lors de la communication en RS-232 avec le modem) ;
- le reste en OFF.

SW5 : Terminaison RS-422/485

- 5 en ON, 6 en OFF : Enable RS-485 ;
- le reste en OFF.

Modem esclave :

SW1 : Paramètres généraux

- 1 en OFF, 2 en ON : Ligne louée, coté appelé ;
- le reste en OFF.

Le reste des switches doivent être à la même position que pour le *Modem maître*.

Test de boucle de la ligne téléphonique :

On injecte sur la paire utilisée pour la ligne louée, un courant électrique de 4-20mA avec un appareil de test. De l'autre coté, il faut que cette paire soit shuntée.

Si on lit sur l'afficheur la valeur de courant injecté, ceci voudrait dire qu'on a une boucle fermée (ligne continue).

Si par contre on a le message « LOOP » clignotant, ceci voudrait dire que la boucle est coupée.

Câblage RS-485 :

Côté modem : on a un bornier à quatre entrées : T-, T+, R-, R+ ;

Connexion	Direction	Description
Bornier 4 positions : borne 1	Entrée	RS-422 Réception R+
Bornier 4 positions : borne 2	Entrée	RS-422 Réception R-
Bornier 4 positions : borne 3	Sortie/Entrée	RS-485 / RS-422 Emission T+
Bornier 4 positions : borne 4	Sortie/Entrée	RS-485 / RS-422 Emission T-

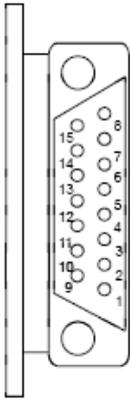
(Pour plus de détails → Chapitre II.2.2.2 Modem.)

Côté CP-341 :

Interface X27 (RS 422/485) du CP 341-RS 422/485 :

Brochage

Le tableau ci-dessous donne le brochage du connecteur femelle Sub-D à 15 contacts en face avant du CP 341-RS 422/485.

Connecteur femelle du CP341-RS422/485*	Br.	Désignation	Entrée/sortie	Signification
	1	-	-	-
	2	T (A) -	sortie	données d'émission (mode sur quatre fils)
	3	-	-	-
	4	R (A) / T (A) -	entrée entrée/sortie	données de réception (mode sur quatre fils) données de réception/émission (mode sur deux fils)
	5	-	-	-
	6	-	-	-
	7	-	-	-
	8	GND	-	terre fonctionnelle (potentiel flottant)
	9	T (B) +	sortie	données d'émission (mode sur quatre fils)
	10	-	-	-
	11	R (B) / T (B) +	entrée entrée/sortie	données de réception (mode sur quatre fils) données de réception/émission (mode sur deux fils)
	12	-	-	-
	13	-	-	-
	14	-	-	-
	15	-	-	-

* Vue de face

Tableau III.1 : Brochage du connecteur femelle Sub-D à 15 contacts de l'interface intégrée du CP 341-RS 422/485.

Le câble de liaison CP-341/modem doit être faite de telle sorte qu'on ait :

- la pin 4 (T-) du DB15 reliée au T+ du modem;
- la pin 11 (T+) du DB15 reliée au T- du modem.

R+, R- sont utilisés pour la communication à 4 fils (RS-422).

Côté S7-200 :

Pour ce type d'automate, il n'y a pas de carte CP pour la communication en RS-485. Là, on utilise un câble pour PROFIBUS (DB9), on le branche sur la CPU et on teste avec un multimètre les fil (-) et (+), à brancher respectivement sur T+ et T- du modem.

Tables de lecture et d'écriture :

Sur l'esclave S7-200, nous avons programmé, dans le programme « Modbus (SBR19) », une table de 100 bytes, à partir de l'adresse **VD4000**, consacrée à la lecture et à l'écriture. Le maître S7-300 vient lire dans cette table les données requises au moment voulu. Cette table doit donc contenir toutes données récoltées et enregistrées par l'esclave, et dont le maître aurait besoin.

Elle est équivalente à la table de la **DB100** du S7-300.

La différence consiste dans le faite que :

- en se connectant sur le S7-200 avec une PG, on ne peut pas visualiser ce qu'il y a dans la VD4000 ;
- en se connectant sur le S7-300, on peut visualiser ce que contient la table dans la DB100.

Sur le S7-300, dans **FB100**, on peut visualiser ce que contient la VD4000 du S7-200. En ce qui concerne l'écriture, c'est aussi le maître qui vient écrire dans la table d'écriture de l'S7-200.

Tests :

Procédons par étapes :

- tests pour confirmer la signification des LED présentes sur les modems et les CP-341 ;
- test de la communication entre S7-300 et S7-200 sans passer par les modems : ceci permettra de voir si les programmes dans chacun des deux automates sont bons ;
- test de la communication entre modems ;
- test de la communication entre S7-300 et S7-200 en passant par les modems.

- **Tests pour confirmer la signification des LED présentes sur les modems et les CP-341:**

Sur la face avant du modem, on peut voir les indicateurs de statut suivants :

PWR	LED Allumée LED Eteinte	Alimentation active Pas d'alimentation
TD	LED Allumée LED Eteinte	Transmission de donnée en cours Aucune Transmission
RD	LED Allumée LED Eteinte	Réception de données en cours Aucune Réception
RTS	LED Allumée LED Eteinte	Signal RTS Actif Signal RTS Inactif
DCD	LED Allumée LED Eteinte	Signal DCD Actif Signal DCD Inactif

A l'établissement de la communication, les LED : *PWR* et *DCD* sont allumées.

La LED « RTS » concerne la communication RS-232 entre automate et modem.
Les LED « DCD », « TD » et « RD » concernent la communication entre modems.

Sur la face avant de la CP-341, on peut voir les indicateurs de statut suivants :

- TxD : émission de données ;
- RxD : réception de données.

Pour savoir si ces LED concernent la communication entre automates ou seulement entre automate et modem, on branche le modem alimenté sur la CP-341 à l'aide d'un câble RS-485, et ce sans établir la communication entre modems modem.

Pour que les LED de la CP-341 clignotent, il faudrait qu'il y ait une transmission de données de l'automate. Donc le **télégramme de lecture ou d'écriture doit être activé** sur le programme du S7-300. Ceci peut être fait soit :

- sur OB35, réseau1, en forçant l'entrée du bloc à 1 ;
- sur DB4, en mettant le télégramme de lecture « Tel_01_R1_Enable » à « 1 » ou « TRUE », puis charger dans module, mais là, ce signal ne restera à 1 que le temps de cycle de l'OB35, et reviendra à sa valeur dans l'OB35 dès le début du nouveau cycle car ce dernier est plus prioritaire que DB4 qui est une DB d'instance le l'OB1 ;
- sur VAT_MODBUS en forçant le télégramme_01 à « 1 » ou « TRUE ». Là, on change la valeur directement dans le module, il n'est donc pas nécessaire de charger. Toujours est il que ce signal ne restera à 1 que le temps de cycle de l'OB35.

Résultat:

La LED TxD clignote. L'automate tente donc d'émettre.

Ceci indique que ces LED ne nous donnent pas forcément d'information sur la communication entre automates, c'est à dire au long de la ligne téléphonique. Donc leur clignotement ne veut pas forcément dire que les automates communiquent.

- **Test de la communication entre S7-300 et S7-200 sans passer par les modems :**

Câblage liaison CP-341 – S7-200 : Ce test se fera en reliant les deux automates par le câble suivant :

-côté CP-341 : câble à connecteur DB15, celui utilisé aussi pour la liaison CP-341 – modem, connecté sur le port DB15 de la CP ;
 -côté S7-200 : on met les deux fils PIN4 et PIN11 qu'on avait mis sur modem (→ Câblage RS-485 dans ce chapitre ci) sur un connecteur PROFIBUS en plaçant :

-fil de la pin 11 (T+ coté CP) sur le + du connecteur PROFIBUS (rouge) ;

-fil de la pin 4 (T- coté CP) sur le – du connecteur PROFIBUS (vert).

On branche ce connecteur PROFIBUS sur un des deux ports DB9 du S7-200.

Le programme Step7 avec Step7 MicroWin, logiciel de programmation du S7-200 :

-programme « Modbus_data » : contient un contrat de communication où se trouvent les règles de lecture et d'écriture du maître dans l'esclave.

-programme « Modbus (SBR19) » : là on programme l'endroit et la plage d'adresses où va se faire cette lecture/écriture, en l'occurrence VD4000, sur 100 bytes.

Le programme Step7 avec SIMATIC Manager, logiciel de programmation du S7-300 :

-bloc de données DB4 : On y programme l'adresse à partir de laquelle va être retranscrit le télégramme de lecture ou d'écriture. Pour notre cas :

✓ Télégramme de lecture « Tel_01_R1_Enable » : programmé pour être retranscrit dans DB100 à partir de l'adresse 70 en Hexadécimal, 112 en décimal. La zone de lecture s'étend sur 32 registres (64 bytes).

✓ Télégramme d'écriture « Tel_03_Enable » : programmé pour être copié de la partie de la mémoire réservée aux données à écrire, qui est de 32 registres (64 bytes) se trouvant à partir de l'adresse « 0.0 » dans DB100 sur le S7-300, puis pour retranscrit dans VD4000 du S7-200. Cette retranscription est programmée dans le contrat d'écriture MODBUS.

Pour les tests de lecture, nous avons commencé par laisser le télégramme d'écriture en FALSE (Inhibé).

Pour vérifier s'il y a transmission de données, par exemple lecture par le maître S7-300 de la table de lecture de l'esclave S7-200, une donnée doit être forcée dans cette table, en l'occurrence : la valeur du « niveau de réservoir R4.1 » et ce en se connectant avec une PG sur le S7-200 et en forçant VD4000 à une valeur fixe. Elle correspond dans la table de lecture DB100 du S7-300 à l'adresse 112.0.

Le télégramme de lecture doit être activé par l'une des méthodes citées lors de la description du test précédent.

Résultat :

La valeur forcée dans la VD4000 du S7-200 est visualisée à la place de la première variable partie lecture de la DB100 du S7-300 à l'adresse 112.0. L'automate maître vient donc lire les données qui se trouvent dans la table de lecture de l'esclave et les retranscrit sur sa propre DB à l'adresse correspondante. Il y a donc transmission de données.

- **Test de la communication entre modems :**

Ce test est réalisé en envoyant des données MODBUS en utilisant l'utilitaire Hyperterminal ou Saterm, ou encore TD-Tool qui est dédié aux modems WESTERMO, mais qui manque de quelques options en comparaison avec les deux autres utilitaires cités auparavant. L'utilisation de ces utilitaires nécessite la connaissance des commandes AT.

- **Test de la communication entre S7-300 et S7-200 en passant par les modems :**

Ce test est effectué en réalisant le câblage (→ Câblage RS-485), et en activant le télégramme de lecture (→ Test pour confirmer la signification des LED). Puis en vérifiant s'il y a transmission de données (→ Test de la communication entre S7-300 et S7-200 sans passer par les modems).

On remarque que pour que les LED « TD » et « RD » du modem clignotent, il faut que la configuration modems soit faite (→ Configuration modems) de telle sorte que :

SW4 : 8 en ON : RS-422/485 Enable

SW5 : 5 en ON, 6 en OFF : Enable RS-485 ;

Il faut aussi que les vitesses automate-modem soient égales des deux cotés, en l'occurrence 9600bps.

Résultat :

Les LED « TD » et « RD » du modem clignotent.

La valeur forcée dans la VD4000 du S7-200 est visualisée sur la DB100 du S7-300 à l'adresse 112.0.

Conclusion :

Le clignotement des LED du modem indique qu'il y a transmission de données.

Il y a transmission de données via modems.

Remarque

Pour visualiser ou forcer des valeurs, ou encore éventuellement changer une partie du programme, il faut se connecter avec une PG/PC sur la CPU. La liaison se fait par câble PPI (Point to Point Interface) pour un S7-200, et par câble MPI (Multi Point Interface) pour un S7-300. Elle peut aussi se faire par câble PROFIBUS en le branchant sur le port PROFIBUS de la CPU. Pour le S7-300, cette liaison nécessite une configuration sur SIMATIC Manager / Paramétrage PC/PG, pour configurer l'interface appropriée (type de câble utilisé). Pour le S7-200, cette configuration n'est

pas nécessaire : l'automate est automatiquement identifié par la PC/PG, sauf quand on utilise SIMATIC Manager puis Step7 MicroWin simultanément sur la même PC/PG.

Pour notre cas :

-communication PG-CPU 314-2DP :

Câble MPI utilisé comme PROFIBUS connecté sur le port pour PG du connecteur PROFIBUS déjà branché sur le port PROFIBUS de la CPU. On le configure sur SIMATIC Manager / Paramétrage PC/PG à 500 kbps, PROFIBUS (56 11).

-communication PG - S7-200 :

Câble MPI utilisé comme PPI On doit le reconfigurer comme tel dans Step7 MicroWin / Paramétrage PC/PG à chaque fois qu'on le réutilise après l'avoir enlevé de la PG pour mettre le câble de la CPU 314-2DP.

Conclusion :

Au fonctionnement de l'installation dans la station SP4, le système de télétransmission installé permettra une liaison continue pour l'automatisation du fonctionnement des pompes pour maintenir l'équilibre voulu et programmé entre le niveau de l'eau dans le réservoir R4.0 et R4.1, et il permettra aussi la supervision du fonctionnement pour des opérateurs de terrain qui pourront visualiser les données transmises sur un écran de supervision (Operator Panel). Le pompage d'eau destinée à l'irrigation sera donc indépendant de l'intervention du personnel.

III.1.2 Deuxième application :

Projet de canalisation Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi (ASR)

Introduction :

Notre nouveau système de télétransmission viendra remplacer un ancien système mis en place fonctionnant par Radio, sur un canal utilisé pour la voix et les données pour les deux projets ASR (Canalisation Multi produits Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi) et AST (Canalisation GPL Arzew – Sidi Bel Abbès – Tlemcen). L'utilisation du canal pour la voix coupe la transmission de données, qui ne peut de toutes manières être utilisée que pour un des deux projets à la fois.

L'installation de la télétransmission par ligne téléphonique permettra de libérer la communication Radio qui sera dédié au projet AST, et de mettre au point la communication entre les trois stations d'ASR, qui deviendra autonome, disponible et fiable.

1. Le projet

Objet :

Dans le cadre du projet voulu par Naftal pour la réalisation et mise en marche des ouvrages relatifs à la Canalisation de carburants qui à partir d'Arzew via Sidi Bel Abbès et Sidi Abdelli arrive à Remchi, nous faisons l'analyse et la description des opérations, entre autres les tests pour la télétransmission, qui se sont déroulées dans :

- le Terminal Départ (TD) au près de la Raffinerie d'Arzew (RA1Z) ;
- la Poste de Coupure et Reprise (PCR) de Sidi Bel Abbès (SBA) ;
- la Poste de Coupure (PC) de Sidi Abdelli (SA) ;
- le Terminal Arrivée (TA) de Remchi ;
- les neuf Postes de Sectionnement (PS-1 jusqu'à PS-9) le long de la canalisation.

La Canalisation est utilisée pour envoyer les carburants de la Raffinerie d'Arzew aux dépôts carburants de Sidi Bel Abbès et Remchi. Quatre différents carburants sont transférés: gasoil (GO), Carburacteur Jet A1 (JA1), essence normale (Carburant Auto - CA) et essence super (Super Carburant Auto - SCA).

En outre, la pomperie existante, qui est alimentée par des piquages sur chacune des quatre lignes d'aspiration du nouveau Terminal Départ, envoie les carburants de la Raffinerie d'Arzew au dépôt du Terminal Oran Petit Lac.

Le Tableau suivant résume la distribution des produits :

Produits sortants d'Arzew	Destination finale des produits		
	Sidi Bel Abbés	Remchi par SBA	Oran Petit Lac
Gasoil (GO)	✓	✓	✓
Essence normale (CA)	✓	✓	✓
Essence super (SCA)	✓	✓	✓
Jet A1 (JA1)	=	✓	✓

Tableau III.2 – Distribution des produits

“ ✓ ” indique que le produit est distribué de l'origine à la destination en objet.

" = " indique que le produit n'est pas distribué de l'origine à la destination en objet.

Principes de contrôle de la Canalisation

Les principes de contrôle de la Canalisation ont été déterminés afin de :

- assurer l'expédition des produits dans la Canalisation vers la destination voulue en la quantité établie ;
- minimiser la perte de produits sous forme de contaminât ;
- garantir la sûreté des opérations et le respect des la vie humaine et de l'habitat.

Les principaux contrôles sur la canalisation et les ouvrages sont les suivants :

- 1 détermination des produits transportés ;
- 2 régulations des débits et des pressions ;
- 3 détection des fuites le long de la Canalisation.

Le système de contrôle automatique de chaque station adapte les conditions de fonctionnement aux nécessités qui se présentent en conséquence de variations opérées dans les stations en amont et en aval.

Contrôle des produits transportés

Les opérations de transfert des produits sont effectuées sous le contrôle des Bancs de Comptage et des densimètres en ligne.

Dans le Terminal Départ d'Arzew, le Banc de Comptage mesure les quantités des produits pompés dans la Canalisation et le densimètre en ligne mesure la densité des produits. (Voir troisième application FH6200)

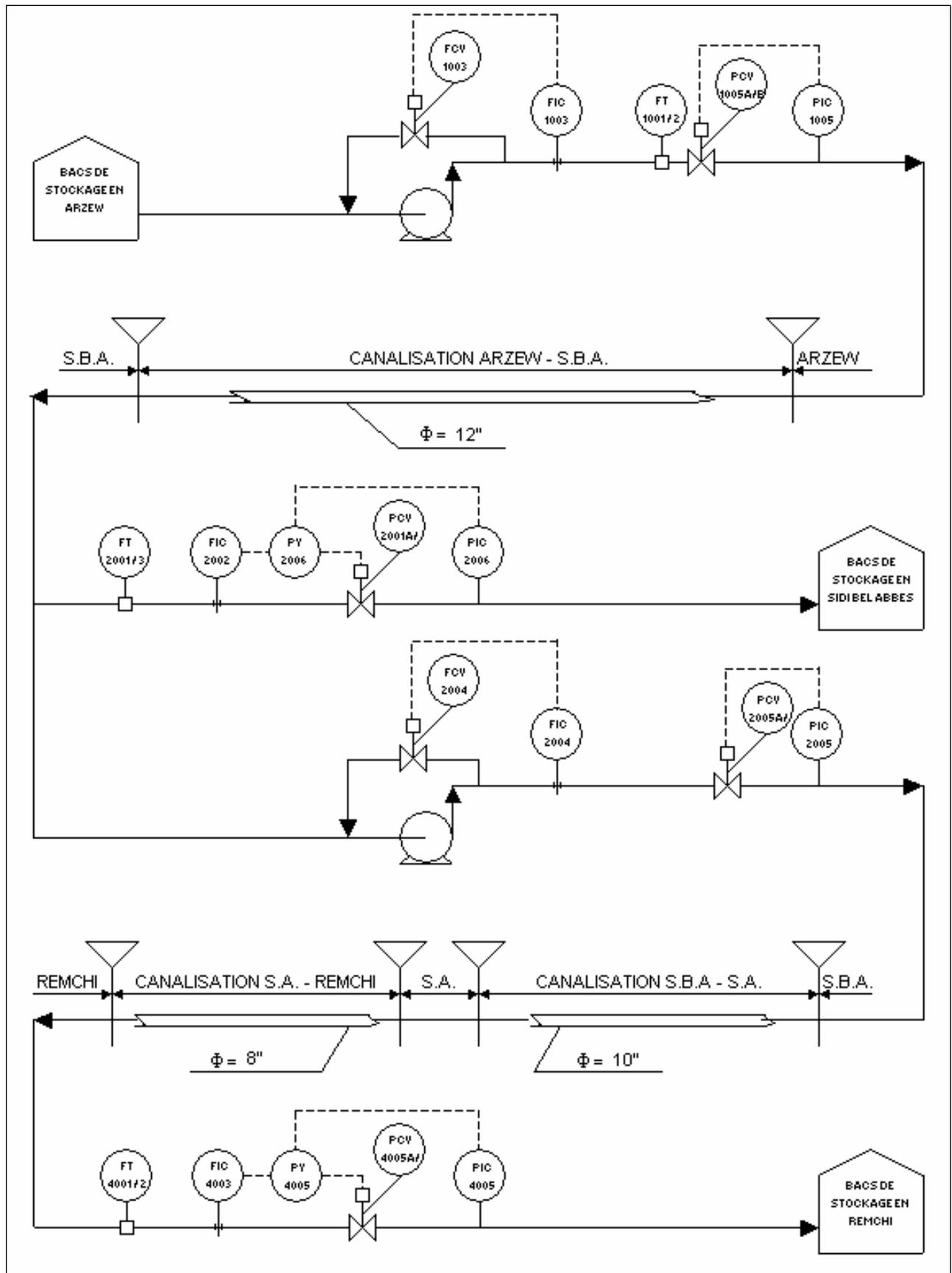
Dans le Poste de Coupure et Reprise de Sidi Bel Abbés, aussi bien que dans le Terminal Arrivée de Remchi, les Bancs de Comptage mesurent les quantités des produits à envoyer aux stockages (produits purs, contaminât légers et lourds), pendant que les densimètres en ligne mesurent la densité des produits mêmes.

Si la réception d'un produit est effectuée selon prédétermination, c'est le Banc de Comptage qui provoque le *switch over* des vannes d'alimentation des produits à stockage, quand la quantité prédéterminée du produit est atteinte.

Par contre, si la réception d'un produit est effectuée selon densité, c'est le densimètre en ligne qui provoque le *switch over* des vannes d'alimentation des produits à stockage, quand la densité est changée par rapport à la valeur préfixée.

Dans cette Analyse Fonctionnelle, les mélanges de GO avec le CA et de GO avec le SCA sont appelés « contaminât léger », et les mélanges de GO avec le JA1 sont appelés « contaminât lourd ».

La **figure III.3** ci-dessous montre un schéma descriptif de la ligne Arzew – Sidi Bel Abbès – Remchi :



FCV: Flow Control Valve (Vanne de régulation de débit).

FIC: Flow Indicator Controller

FT: Flow Transmitter (Transmetteur de mesure du débit).

PCV: Pressure Control Valve(Vanne de régulation de pression).

PIC: Pressure Indicator Controller

PT: Pressure Transmitter (Transmetteur de mesure de pression).

2. La télétransmission dans l'« Analyse Fonctionnelle » (Echange de signaux entre les stations):

Le Terminal Départ d'Arzew échange des signaux en entrée et en sortie avec le Poste de Coupure et Reprise de Sidi Bel Abbés et le Terminal Arrivée de Remchi.

Le Poste de Coupure de Sidi Abdelli, aussi bien comme les Postes de Sectionnement n'échangent pas des signaux avec les autres stations.

2.1 Signaux en sortie d'Arzew allant vers Sidi Bel Abbés

- 1 État de marche ou arrêt des Pompes d'Expédition P-1001A/B.
- 2 Débit et quantité totale du produit mesuré par FT-1001/ FQ-1002 respectivement (sortie produits vers Sidi Bel Abbés).
- 3 La densité du produit dans le pipeline.
- 4 Sélecteur de type de produit (1 : CA, 2 : SCA, 3 : GO, 4 : JA1, 5 : Contaminât léger, 6 : Contaminât lourd).
- 5 Sélecteur de mode de changement de produit à mettre dans le pipe : (1 DEBIT CUMULE, 2 DENSITE, 3 DEBIT CUMULE OU DENSITE).
- 6 Signal de sortie du racleur vers Sidi Bel Abbés (XI1002)
- 7 Pression en sortie de la station d'Arzew (PI1003)
- 8 Signal d'alarme cumulatif
- 9 Horodatage pour le moment d'émission du télégramme et le moment du changement de produit dans le pipeline.

2.2 Signaux en entrée à Arzew provenant de Sidi Bel Abbés

- 1 État de marche ou arrêt des Pompes de Reprise P-2001A/B
- 2 Débit et quantité totale du produit mesuré par FT-2001/ FQ-2003 respectivement (sortie produits vers Sidi Bel Abbés).
- 3 La densité du produit dans le pipe.
- 4 Sélecteur de type de produit (1 : CA, 2 : SCA, 3 : GO, 4 : JA1, 5 : Contaminât léger, 6 : Contaminât lourd).
- 5 Sélecteur de mode de changement de produit à mettre dans le pipe : (1 DEBIT CUMULE, 2 DENSITE, 3 DEBIT CUMULE OU DENSITE).
- 6 Signal d'arrivée du racleur à Sidi Bel Abbés (XI2002)
- 7 Signal de sortie du racleur vers Sidi Abdelli (XI2004)

- 8 Pression à l'entrée de la station de Sidi Bel Abbés (PI2003)
- 9 Pression en sortie de la station de Sidi Bel Abbés (PI2005)
- 10 Signal d'alarme cumulatif
- 11 Horodatage pour le moment d'émission du télégramme et le moment du changement de produit dans le pipeline.

2.3 Signaux en sortie d'Arzew allant vers Remchi

- 1 État de marche ou arrêt des Pompes d'Expédition P-1001A/B
- 2 Débit et quantité totale du produit mesuré par FT-1001/ FQ-1002 respectivement (sortie produits vers Sidi Bel Abbés).
- 3 La densité du produit dans le pipeline.
- 4 Sélecteur de type de produit (1 : CA, 2 : SCA, 3 : GO, 4 : JA1, 5 : Contaminât léger, 6 : Contaminât lourd).
- 5 Sélecteur de mode de changement de produit à mettre dans le pipe (1 DEBIT CUMULE, 2 DENSITE, 3 DEBIT CUMULE OU DENSITE).
- 6 Signal de sortie du racleur vers Sidi Bel Abbés (XI1002)
- 7 Pression en sortie de la station d'Arzew (PI1003)
- 8 Signal d'alarme cumulatif
- 9 Horodatage pour le moment d'émission du télégramme et le moment du changement de produit dans le pipeline.

2.4 Signaux en entrée à Arzew provenant de Remchi

- 1 Débit et quantité totale du produit mesuré par FY-4001/4002 (sortie produits vers les réservoirs de Remchi)
- 2 Sélecteur de type de produit (1 : CA, 2 : SCA, 3 : GO, 4 : JA1, 5 : Contaminât léger, 6 : Contaminât lourd).
- 3 Sélecteur de mode de changement de produit à mettre dans le pipe : (1 DEBIT CUMULE, 2 DENSITE, 3 DEBIT CUMULE OU DENSITE).
- 4 Signal d'arrivée du racleur à Remchi (XI4002)
- 5 Pression à l'entrée de la station de Remchi (PI4001)
- 6 Signal d'alarme cumulatif
- 7 Horodatage pour le moment d'émission du télégramme et le moment du changement de produit dans le pipeline.

2.5 Signaux en sortie de Sidi Bel Abbès allants vers Remchi

- 1 État de marche ou arrêt des Pompes de Reprise P-2001A/B
- 2 Pression en sortie de la station de Sidi Bel Abbés (PI2005)
- 3 La densité du produit dans le pipeline.
- 4 Sélecteur de type de produit (1 : CA, 2 : SCA, 3 : GO, 4 : JA1, 5 : Contaminât léger, 6 : Contaminât lourd).
- 5 Sélecteur de mode de changement de produit à mettre dans le pipe : (1 DEBIT CUMULE, 2 DENSITE, 3 DEBIT CUMULE OU DENSITE).
- 6 Signal d'arrivée du racleur à Sidi Bel Abbés (XI2002)
- 7 Signal de sortie du racleur vers Sidi Abdelli (XI2004)
- 8 Signal d'alarme cumulatif

- 9 Horodatage pour le moment d'émission du télégramme et le moment du changement de produit dans le pipeline.

2.6 Signaux en entrée à Sidi Bel Abbés provenant de Remchi

- 1 Débit et quantité totale du produit mesuré par FY-4001/4002 (sortie produits vers les réservoirs de Remchi)
- 2 Sélecteur de type de produit (1 : CA, 2 : SCA, 3 : GO, 4 : JA1, 5 : Contaminât léger, 6 : Contaminât lourd).
- 3 Sélecteur de mode de changement de produit à mettre dans le pipe : (1 DEBIT CUMULE, 2 DENSITE, 3 DEBIT CUMULE OU DENSITE).
- 4 Pression à l'entrée de la station de Remchi (PI4001)
- 5 Signal d'arrivée du racleur à Remchi (XI4002)
- 6 Signal d'alarme cumulatif
- 7 Horodatage pour le moment d'émission du télégramme et le moment du changement de produit dans le pipe.

Les buts des échanges des signaux sont expliqués ci-dessous.

- Signalisation des alarmes cumulatives

La signalisation des alarmes cumulatives est utilisée pour indiquer aux autres stations l'impossibilité d'entamer ou continuer le transfert des produits. Après la signalisation, l'opérateur de la station qui a émis le signal doit informer les opérateurs de l'autre station sur la cause de l'alarme. Les signalisations des alarmes cumulatives sont les suivantes :

Arzew

- Arrêt d'urgence P-1001A (I-1001A)
- Arrêt d'urgence P-1001B (I-1001B)
- Trop haute pression produits vers canalisation (PSHH1002)

Sidi Bel Abbés

- Arrêt d'urgence P-2001A (I-2001A)
- Arrêt d'urgence P-2001B (I-2001B)
- Trop haut niveau Bacs des Produits (LSHH2001)
- Trop haut niveau TK-2001 (LSHH2004) (pendant la réception du contaminât)
- Trop haut niveau TK-2002 (LSHH2003) (pendant la réception du contaminât)
- Trop haute pression produits à stockage (PSHH2002)
- Trop haute pression produits vers Remchi (PSHH2003)

Remchi

- Trop haut niveau TK-4001 (LSHH4003) (pendant la réception du contaminât)

- Trop haut niveau TK-4002 (LSHH4004) (pendant la réception du contaminât)
 - Trop haute pression produits à stockage (PSHH4001)
-
- **Signalisation de l'état de marche ou arrêt des Pompes de transfert des produits**
La signalisation de l'état de marche ou arrêt des Pompes de transfert des produits est utilisée pour donner à l'autre station des renseignements supplémentaires utiles pour la gestion des transferts et l'interprétation des problèmes relevés.
 - **Signalisation de lancement ou réception des racleurs**
La signalisation de lancement ou réception est utilisée pour prédisposition des activités reliées aux racleurs.
 - **Signalisation de débits et quantités de produits transférés**
La signalisation de débits et quantités de produits transférés est utilisée pour la détection dynamique des fuites dans la Canalisation.
 - **Signalisation de pression à l'entrée et à la sortie des stations**
La signalisation de pression à l'entrée et à la sortie des stations est utilisée pour la détection dynamique et statique des fuites dans la Canalisation.

3. Description du système de télétransmission :

L'échange de signaux entre les stations, préalablement décrit dans le paragraphe précédent, se fera par le biais du système de télétransmission détaillé ci-après. Au départ, ce système sera installé de telle sorte qu'il soit autonome du reste du système de contrôle / commande de chaque station du projet ASR. Il comportera un automate indépendant du système déjà en place, c'est-à-dire qu'il sera dédié exclusivement à la télétransmission, et se raccordera au réseau Profibus (→ Voir § II.2.2.5 SIMATIC NET Réseau Profibus) pour la récolte de données. Par la suite, le programme de télétransmission sera intégré au programme Step7 de l'automate Principal qui s'occupe des tâches d'automatisation de chaque station.

Dans chacune des trois stations à relier (TD, SBA et TA), le système nécessitera l'installation de trois équipements :

- un poste PC pour l'initialisation de la communication et la visualisation des données. Ces opérations seront configurées sur SIMATIC Manager et sur le logiciel WinCC (→ Voir description de ce logiciel sur le § II.2.2.7 Logiciel de supervision WinCC). Par la suite, ce programme en WinCC sera intégré au poste Contrôle / Commande déjà présent sur chaque station pour les opérations automatiques.

- un automate à la station SBA configuré comme maître, qui s'occupera de la lecture et l'écriture des données citées dans le paragraphe précédent, dans les deux automates esclaves qui doivent être installés l'un à Arzew et l'autre à Remchi. Chaque automate sera relié au réseau Profibus de la station à laquelle il appartient, pour récolter les données qu'il va émettre et aussi pour transférer les données qu'il reçoit à l'interface homme-machine (WinCC).

Chacun de ces trois automates (CPU 315-2DP) sera muni d'un processeur de communication CP340-RS232 (voir II.2.2.4 L'automate et les réseaux industriels de communication, pour la description de la CP340) pour lui permettre de communiquer avec le modem via un câble RS-232 et de transmettre des données à travers lui.

- un modem, qui nous permettra d'établir la communication entre l'automate maître et l'un des deux esclaves à la fois, en composant automatiquement le numéro de téléphone correspondant, dès l'initialisation de la communication sur l'automate désireux communiquer. Les modems sont reliés entre eux par réseau téléphonique commuté PSTN.

Note :

Pour nos tests, nous avons commencé par une liaison directe en Lease Line (ligne louée).

Technique de communication et mise en fonctionnement des modems :

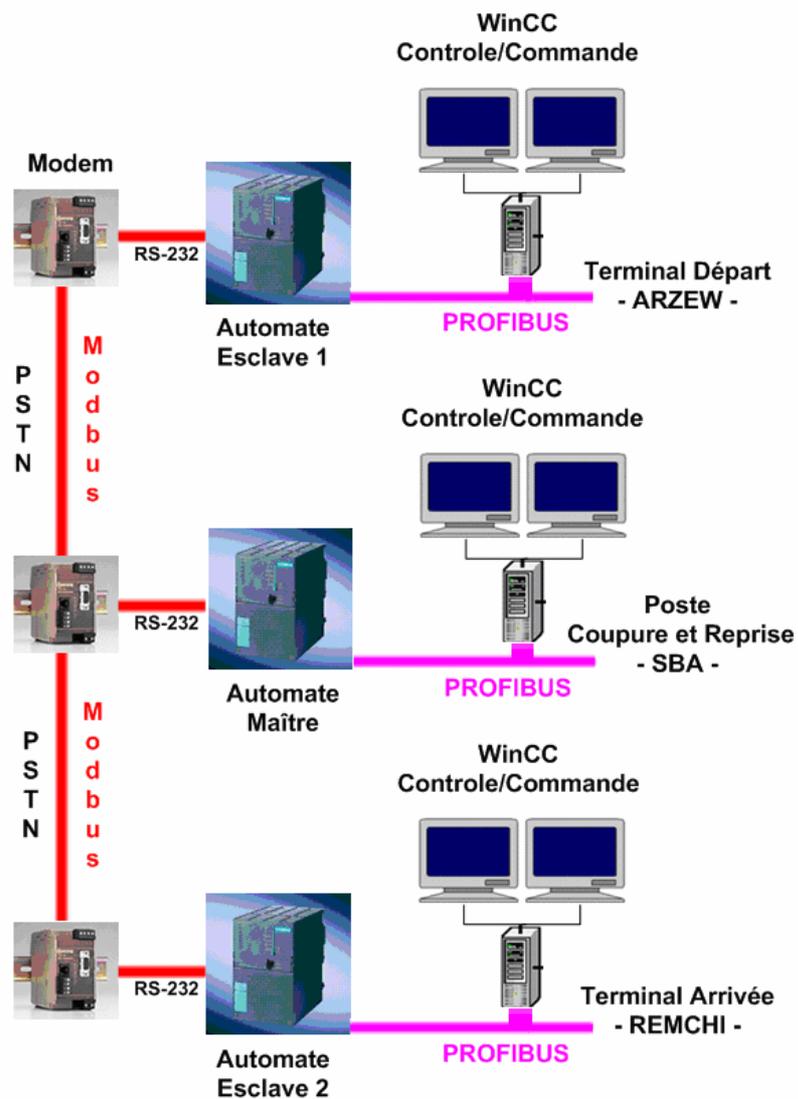


Figure III.4 : Synoptique décrivant le système de télétransmission le long de la canalisation du multi-produit Arzew – Sidi Bel Abbès - Remchi

Initialisation de la communication :

Sur Step7 existe une fonction permettant de gérer les signaux RS-232 de la carte CP340 qui communique avec le modem (voir § II.2.2.3 décrivant les signaux RS232). L'initialisation de la communication se fait au front montant du signal DTR du modem appelant. Le numéro pré configuré sur le modem appelant est instantanément composé et le signal RI passe à 1 en entrée du modem appelé. Pour que ce dernier réponde, il faut qu'il ait au préalable son DTR à 1. Un front descendant sur le DTR d'un des deux modems permet de couper la communication.

Configuration des Switches:

Les switches présent sur le modem (4 fois 8 sw) doivent être placés de telle façon qu'ils correspondent à la configuration logicielle qui sera faite à l'aide de TD-Tool. Ce driver spécifique de Westermo ne peut être utilisé que si on se met en *mode configuration*: les 8 switches de SW1 doivent être mis en OFF.

Pour l'utilisation en Lease Line, les 8 switches de SW1 des deux modems doivent être configurés de telle façon à avoir :

- pour le modem maître: Lease Line calling 1→ON, 2→ ON;
- pour le modem esclave : Lease Line answering 1→OFF, 2→ON ;
- pour les deux modems : Compression de données désactivée : 4→ON ;
- le reste à OFF.

Pour les deux modems aussi :

Le SW2:

- vitesse port série, 4800bits/s: 1→ON, 2→OFF, 3→ON, 4→OFF;
- format port série, 8 bits de données, parité paire (Even) et 1 bit stop : 5→OFF, 6→OFF, 7→ON, 8→OFF.

Le SW3: Commandes AT spécifiques,

- les 8 switches sont en OFF.

Le SW4 : Modulation de ligne,

- standard V.32 bis, à 9600 bits/s : 1→OFF, 2→OFF, 3→OFF, 4→ON;
- le reste est mis à OFF.

Pour de plus amples informations sur les modems utilisés et leur configuration, se rapporter au chapitre consacré au modem § II.2.2.2.

NB : Le débit de communication modem - CP 340 doit être inférieur à celui de la communication modem – modem. (→§ II.2.2.3 Liaison RS-232)

TD-Tool:

Ce driver de Westermo (téléchargé du site www.westermo.com) nous permettra de configurer les modems sans passer par les commandes AT. C'est-à-dire que ce driver fait office d'interface entre l'utilisateur et les commandes AT nécessaires à la configuration des modems. Toute fois, ce driver contient un éditeur de commande AT permettant d'émettre ces commandes et de visualiser le retour.

- La première fenêtre « SERIAL » de TD-Tool permet de configurer la liaison série RS-232 entre le modem et le CP 340.
- La seconde fenêtre permet de configurer la liaison PSTN reliant les 2 modems.
- La troisième et dernière fenêtre permet d'enregistrer le ou les numéros de téléphones que le modem devra appeler (2 numéros au max). Cette fenêtre permet aussi de configurer deux profils différents sur le même modem.

Note :

Au lieu d'utiliser TD-Tool pour la configuration des modems, on peut aussi utiliser Hyper Terminal qui est un utilitaire plus connu et disponible sur le marché. L'utilitaire Saterm pour la configuration des Modem Radio est aussi utilisable.

Configuration Maître / Esclave et commande de la communication :

Le bloc d'organisation OB35 programmé en Step7 sur SIMATIC Manager permet d'organiser les blocs programmés sur l'automate de telle sorte que ce dernier puisse contrôler la communication RS-232. Ce programme nous permettra aussi de configurer un des automates en maître et les deux autres en esclave, la différence résidera dans les tâches de lecture et d'écriture des données, comme expliqué précédemment. Pour les tests, la programmation en logigrammes des signaux RS-232 dans l'OB35 facilite la commande et la visualisation de leur l'état logique.

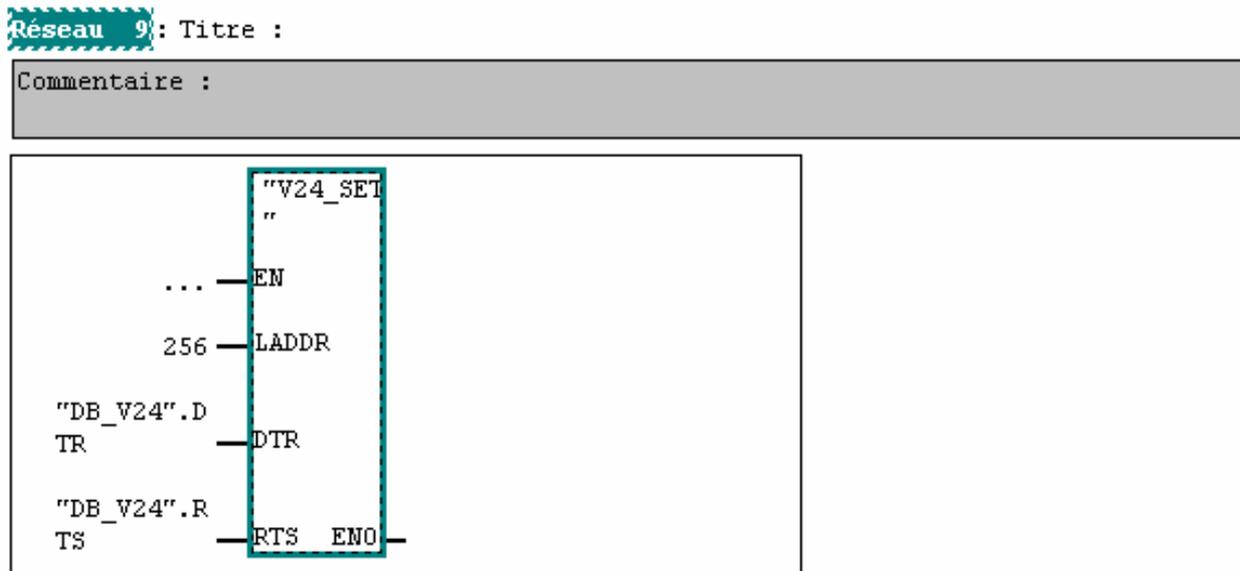


Figure III.5 : Bloc « V24_SET » permettant le forçage du signal DTR sur Step7 dans l'OB35.

Commentaire :

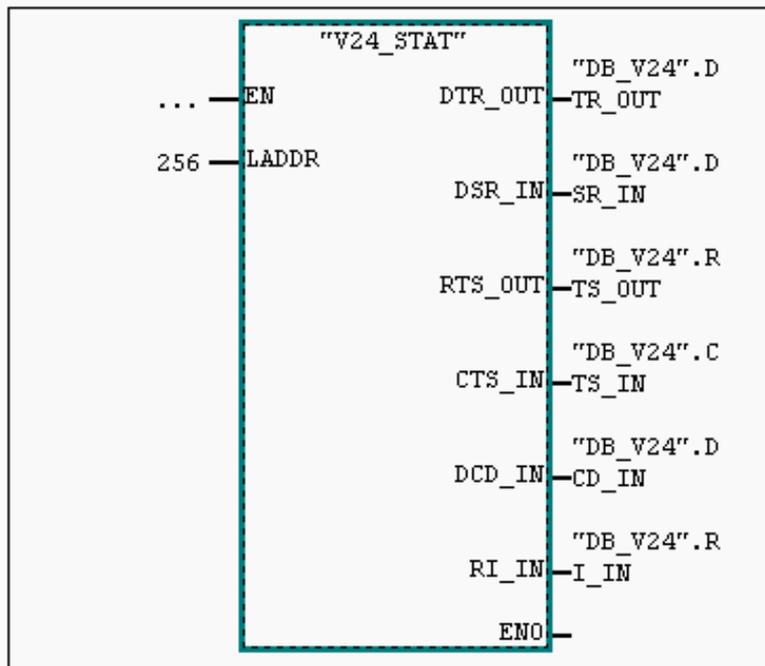


Figure III.6: Bloc « V24_STAT » permettant la visualisation de l'état logique des signaux RS-232 en entrée/sortie de la carte CP, sur Step7 dans l'OB35.

Note: Dans le cas de plusieurs stations de production, on aura deux possibilités d'installation pour la station maîtresse :

-un seul modem (automate) maître : le modem de la station distante devra transmettre son numéro de téléphone dans la trame de données pour qu'il soit reconnu par le maître. Cette solution reste lourde dans le cas où on aurait beaucoup de stations reliées au maître ou un flux de communication important.

-plusieurs modems à la station maîtresse (jusqu'à un modem par station esclave) : cette solution permettrait de gérer avec plus de facilité et surtout plus de fluidité la communication avec les modems distants. Dans ce cas ci, on utilisera des cartes modems pour ne pas encombrer les racks.

Ceci n'a pas encore été testé.

Pour le cas du projet ASR (seulement deux stations esclaves), un modem maître suffira mais la transmission de données se fera avec un esclave à la fois.

Communication Esclave / Esclave :

Comme vu précédemment, la communication entre les deux esclaves n'est possible qu'en passant par le maître. Les données lues sur l'esclave 1 doivent donc être écrites dans l'esclave 2, et les données lues dans l'esclave 2 doivent être retranscrites dans l'esclave 1. Ce transfert de « données à lire » en « données à écrire » doit donc s'effectuer sur le Maître. La fonction Step7 « BLOCK MOVE » permet d'effectuer un transfert d'un nombre donné de bytes d'une DB à une autre et à l'adresse voulue.

Réseau 7: Titre :

TRANSFERT DE DONNEES REMCHI DE LA TABLE DE LECTURE DANS TA (DB171) VERS LA TABLE D'ECRITURE DANS TD (DB170)

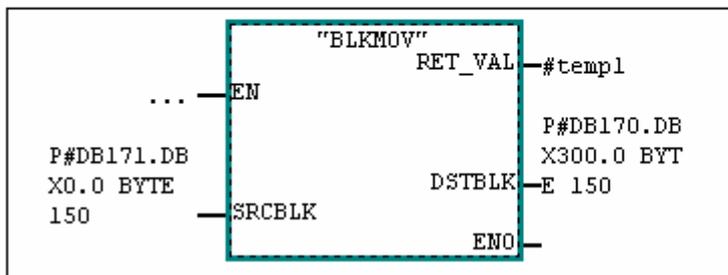


Figure III.7 : Réseau Step7 permettant de transférer les données du Terminal Départ vers le Terminal Arrivée.

Réseau 8: Titre :

TRANSFERT DE DONNEES ARZEW DE LA TABLE DE LECTURE DANS TD (DB170) VERS LA TABLE D'ECRITURE DANS TA (DB171)

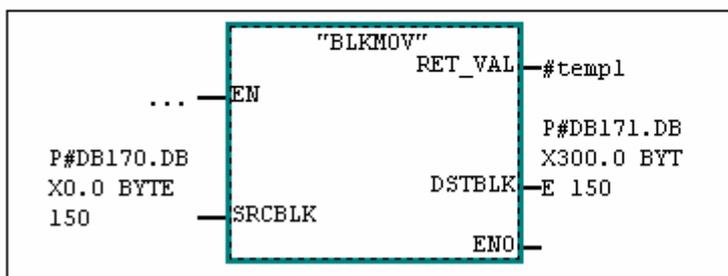


Figure III.8: Réseau Step7 permettant de transférer les données du Terminal Arrivée vers le Terminal Départ.

Détection de défaut de communication (compteur) :

Afin de détecter tout arrêt de communication, nous avons programmé un système à compteurs qui émet une alarme si l'arrêt dure plus de 5 minutes.

Ce système, programmé dans la FC255 consiste en un compteur dans chaque automate, incrémenté toutes les secondes ; 1 seconde étant le temps du bit de cadence programmé sur le réseau de l'OB35 qui appelle la FC255 (Fuction Code « Défaut_communication »). Ce compteur est envoyé dans chaque télégramme, dès

qu'il est reçu, il est comparé à la valeur précédente du compteur enregistré sur l'automate recevant le télégramme. Si la valeur a changé, c'est que le télégramme est bien arrivé de l'automate distant. Sinon, cela veut dire qu'aucun nouveau télégramme n'est arrivé. Un signal « Erreur_communication » est alors généré et envoyé dans le télégramme de réponse. Nous appelons ce compteur « Homme_mort ».

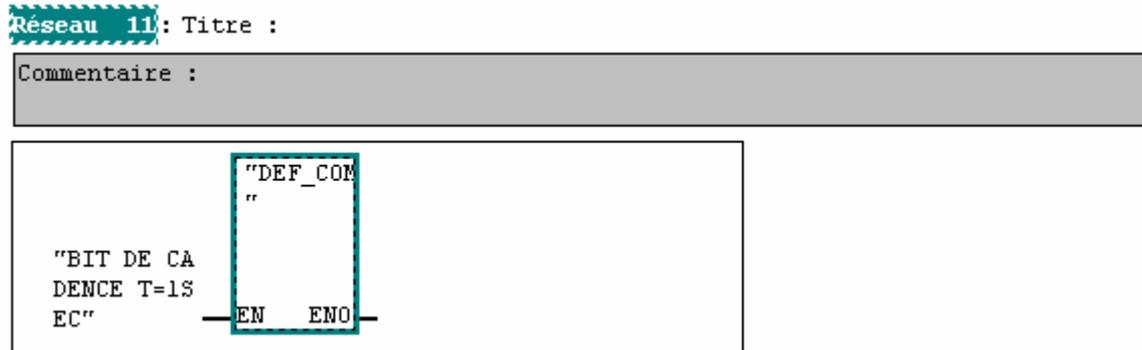


Figure III.9 : Réseau Step7 sur l'OB35 permettant d'appeler la FC255 qui génère l' « Homme_mort » et vérifie s'il y a défaut de communication.

Tests :

Câblage pour configuration modems :

-liaison PC – modem : câble RS-232, DB-9 male/femelle directe. Sert à configurer le modem à l'aide de TD-Tool.

Câblage test :

-liaison CP 340 – modem : câble RS-232 direct pour chacun des deux modems.
 -liaison modem – modem : câble 2 fils sur le port Lease Line, relié en directe.
 -liaison CPU 315-2 DP – PC : câble MPI (avec convertisseur MPI – USB) ou câble Profibus (avec adaptateur Profibus pour carte PCMCIA du PC). Permet de se mettre ON LINE sur Hardware Configuration de SIMATIC Manager afin de commander les signaux RS-232 et de ce fait, commander la communication entre modems (ceci se fait sur Step7 dans l'OB35 comme expliqué précédemment). A l'aide du câble Profibus, on peut se connecter, et se mettre ON LINE à la fois sur les deux CPU 315-2 DP. Ceci facilitera la visualisation de l'état et la commande des signaux pour les tests en Lease Line.

Initialisation de la communication :

- En Lease Line (Ligne Louée) :

Il faut avoir un front montant sur le DTR du modem appelant, l'appelé doit déjà avoir son DTR à 1.

Après numérotation du modem appelant, on aura une réponse automatique du modem appelé : établissement de la communication.

En cas de coupure de la communication (DTR appelé passe à 0 ou perte de la porteuse DCD par débranchement momentané de la ligne louée, l'appelant réessayera d'initier la communication, et ce sans front montant du DTR. Cette caractéristique de rappel automatique reste spécifique de la LL (ligne louée) et ne se retrouve pas dans le cas d'une ligne PSTN.

- En PSTN (Réseau Téléphonique Commuté) :

Les conditions pour qu'une communication s'établisse entre les deux modems sont les mêmes que pour une LL.

Pour rappeler avec ce type de lignes, contrairement à ce qu'on vient de voir pour une LL, il faut mettre le DTR du modem maître à 0 puis à 1 (front montant), tout en ayant le DTR du modem esclave à 1. C'est-à-dire qu'on doit refaire la même manœuvre que si c'était un premier appel.

Si par contre c'est l'esclave qui doit initialiser la communication, il doit y avoir un front montant de son DTR, tout en ayant le DTR du maître à 1. Un front montant des deux DTR en même temps déclencherait une numérotation des deux côtés : la communication ne pourra donc pas s'établir.

Problème :

Lorsque le DTR d'un modem à appeler est à 0, comment se fera l'initialisation de la communication à partir du modem distant ?

Si le DTR du maître n'est pas à 1, – ce qui est souvent le cas car c'est le passage du DTR maître à 0 qui permet de d'arrêter la communication côté maître –, deux solutions sont à envisager pour permettre de le remettre à 1 sans que le modem maître ne tente d'établir une communication :

-La 1^{ère} solution consiste en l'utilisation du signal RI :

Test 1 :

Si on met le DTR de l'un des deux modems à 1, on attend qu'il compose le numéro de téléphone (enregistré dans TD-Tool) et que ça sonne (ceci mettra le RI du modem appelé à 1). Là on met le DTR de ce même modem à 1 et ce en le changeant dans l'OB35 de SIMATIC Manager. Nous devons programmer, sur SIMATIC Manager, ce passage du RI à 1 qui devra faire passer le DTR du modem appelé à 1 (Voir Test2).

Résultat :

Le modem appelant laisse sonner mais ne répond pas.

Test 2 :

Si je mets le DTR du modem appelant à 0, là ça arrête de sonner mais le modem distant compose (il avait enregistré le front montant du DTR).

Là, le second problème réside dans le fait que si il y a plusieurs esclaves susceptibles d'appeler le maître pour établir la communication comme pour le projet

ASR, ce dernier ne pourra pas savoir quel modem a tenté d'initialiser cette communication lorsqu'il rappellera (Voir Test 2 ci-dessus).

La programmation, sur SIMATIC Manager, du passage du RI à 1 qui devra faire passer le DTR du modem appelé à 1 et les essais avec ce programme nous ont permis de constater que l'automate mettait le DTR à 1 sans que le modem ne tente de rappeler. Ceci permettra alors à l'automate esclave de rappeler une seconde fois le maître qui aura cette fois-ci son DTR déjà à 1.

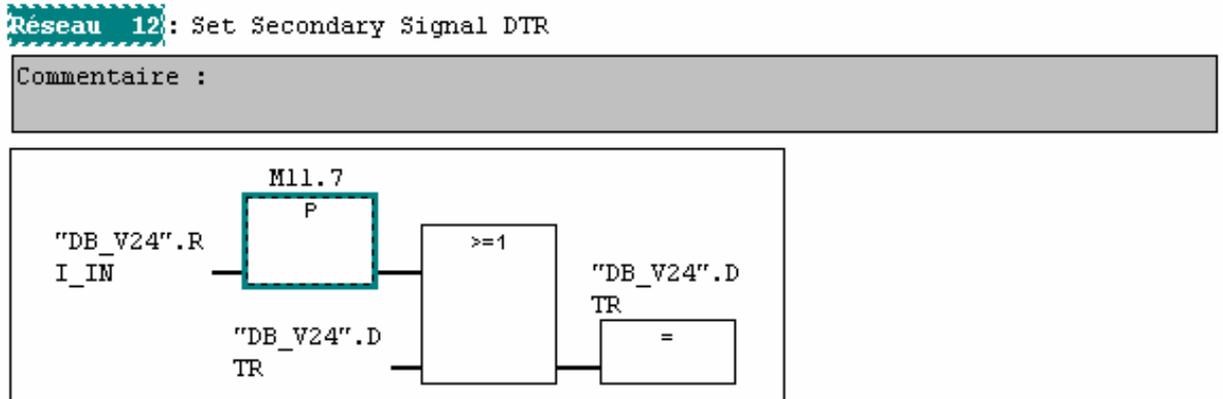


Figure III.10: Programmation du passage du DTR à 1 par entrée du RI à 1.

Note:

Cette modification ne gêne en rien l'établissement de la communication lorsque le DTR du modem appelé est déjà à 1.

-La 2nde consiste en l'appel du maître par l'esclave pour le passage du RI à 1 fasse passer le DTR du modem appelé à 1. Lorsque le maître tentera de rappeler, nous devrons opérer une perte de la porteuse. La coupure de l'appel ne se fera non pas par front descendant du DTR mais par ouverture puis fermeture d'un relais NF (Normalement Fermé). De ce fait, le maître gardera son DTR à 1. Là, l'esclave pourra rappeler.

La solution software étant plus esthétique, le choix se portera vers la solution1.

Transmission des données :

Dès établissement de la communication commencent la lecture et l'écriture des données selon le principe maître / esclave sous le protocole Modbus.

Des blocs de données ont été programmés sur Step7 afin de permettre au maître d'aller chercher puis de placer ces données à l'adresse voulue.

Des tables de variables « VAT » sont aussi programmées pour faciliter la visualisation des données reçues et l'état d'autres signaux donnant des informations sur la communication.

Problème :

Dès qu'il y a une tentative d'initialisation de la communication par l'automate maître, ce dernier tente de communiquer en transmettant des données. Ces données arrivant au niveau du modem coupent la tentative d'initialisation.

Solution :

Afin de contourner ce problème, nous exploiterons encore une fois une des caractéristiques des signaux RS-232. Dès initialisation de la communication, le signal de détection de la porteuse DCD passe de 0 à 1. Nous programmons dans l'OB35 que l'émission des télégrammes reste inhibée jusqu'à détection de la porteuse sur la ligne. C'est-à-dire que c'est le passage du DCD à 1 qui mettra en « Enable » la transmission de données.

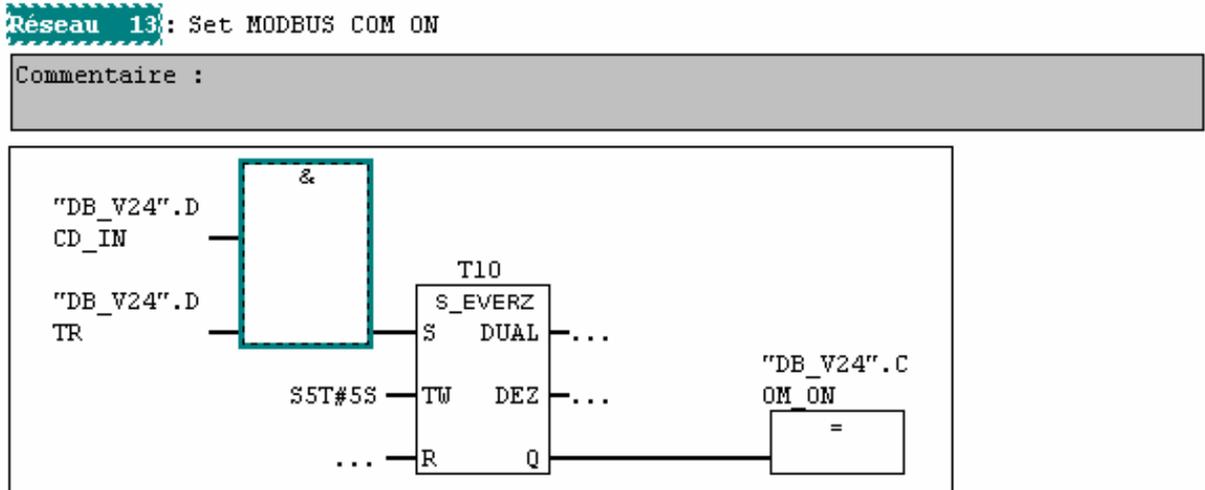


Figure III.11 : Autorisation de la transmission de données en mettant le signal DB_V24 COM_ON à 1, par passage du DCD et (« et » logique) du DTR à 1.

Choix de l'OB35 :

La taille maximale d'un télégramme de lecture ou d'écriture est de 270 octets (2160 bits). Si nous choisissons une vitesse de transmission de 4800 bps entre carte CP et modem, qui est un débit largement suffisant pour ce type de communication et permettant d'éviter les pertes de données sur la ligne, nous aurons un télégramme transmis toutes les 450 ms.

Le bloc d'organisation OB35 fait partie des alarmes cycliques, son temps de cycle est de 100 ms. Un ordre d'émission est donc donné toutes les 100 ms. Le cycle de l'OB35 est donc plus court que celui de la transmission des télégrammes, le modem n'aura donc pas à attendre un ordre d'émission puisque le télégramme sera déjà prêt à être émis. Le cas contraire aurait induit une erreur de communication.

Le bloc d'organisation de priorité inférieure (OB34) ayant un temps de cycle de 200 ms concorderait théoriquement mieux que l'OB35. Mais une petite erreur de synchronisation des cycles induirait une erreur de transmission. L'OB35 permet donc d'éviter ce problème sans risquer d'encombrer la mémoire tampon de l'automate.

Adressage des automates :

Pour la récolte de données sur le réseau Profibus de chaque station, chaque CPU doit avoir une adresse différente de celles existant sur le même réseau Profibus. La configuration de cette adresse se fait sur Hardware Configuration de SIMATIC Manager.

Pour la télétransmission de données en Modbus, les automates esclaves doivent avoir une adresse chacun pour qu'ils soient reconnus par le maître.
Cette adresse est configurée sur le bloc de données Modbus Request (DB95).

III.1.3 Troisième application :

Communication avec des partenaires non Siemens – Récolte de données du calculateur FAURE HERMAN 6200

1. Présentation générale du FH6200



FAURE HERMAN

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 permet d'effectuer, conformément aux normes et règles en vigueur, la mesure et la détermination des volumes de fluides raffinés ou bruts.



Figure III.12 : Représentation réelle du Control Panel du calculateur.

Pour notre application, le FH 6200 -que nous appelleront ici FH-, est un calculateur rapide permettant un comptage précis des valeurs entrant dans les opérations de régulation comme le débit volumique, ou encore de la facturation du produit pompé pendant le fonctionnement de la station comme le débit massique.

Pour les opérations de mesure, ce calculateur utilise le banc de comptage existant dans les deux stations de pompage Arzew et Sidi Bel Abbès, et qui est sur deux voix. C'est-à-dire que le pipeline, pour des raisons de process, se divise en deux lignes, qui peuvent être utilisées simultanément ou indépendamment.

Nous les appelleront ici *Voix 1* et *Voix 2* ou encore *Ligne 1* et *Ligne 2*.

2. Caractéristiques du calculateur FH6200

Entrées :

4 à 10 entrées analogiques 0 / 4-20 mA. Les voies 1 à 4 peuvent être configurées pour connecter des sondes platine de température PT100.

4 entrées mesure de période pour les capteurs de masse volumique et de viscosité.

2 entrées mesureurs à double train d'impulsions selon norme ISO 6551, avec alimentation possible des mesureurs sélectionnable en 8 ou 16 Volts, 120mA max.
10 entrées logiques TOR (18 avec carte d'extension).

Sorties :

4 à 8 sorties analogiques 0 / 4-20 mA.

4 à 5 sorties impulsions pour raccorder des compteurs d'impulsions (10Hz max.).

8 sorties logiques TOR à collecteur ouvert (16 avec carte d'extension) + Contacts relais d'alarme.

1 tension de sortie isolée disponible pour l'alimentation de capteurs (24VDC 800mA)

Communications :

1 liaison RS232 pouvant être affectée au réseau MODBUS, à l'imprimante ou au PC de configuration.

2 liaisons configurables RS232/RS485 pouvant être affectées au réseau MODBUS, à l'imprimante ou au PC de configuration.

3. Fonctionnalités du calculateur FH6200

Applications :

Chargement / déchargement de citernes, de wagons ou de navires de stockage.

Comptage sur pipelines d'hydrocarbures bruts ou raffinés.

Comptage sur champs d'exploitation pour les pétroles brut stabilisés ou non stabilisés.

Gestion de boucle d'étalonnage dynamique de volume.

Corrections et conversion :

Possibilité de configurer la précision et les unités pour chaque type de valeur.

Conversion des volumes et des masses volumiques, en température et pression, en conformité avec les recommandations des normes API, et/ou avec des algorithmes spécifiques pour les fluides non stabilisés.

Etalonnage des entrées/sorties analogiques et des entrées mesure de période.

Alarmes :

Alarmes système sur détection de défaillance interne du calculateur (mémoire, hardware, etc..).

Alarmes sur détection d'une défaillance matérielle d'un capteur d'entrée.

Alarmes de seuils haut/bas configurables pour chaque entrée et définition d'alarme majeure/mineure.

Valeur de repli configurable sur dernière valeur bonne ou valeur fixe en cas de dépassement des seuils ou de défaillance capteur.

Mémorisation et protection :

Le calculateur FH6200 est équipé d'un algorithme spécifique pour la mémorisation interne des données. En cas de détection d'anomalie sur la mémoire, cet algorithme permet la récupération de la ou des données endommagées.

Les accès aux paramètres du calculateur sont sécurisés suivant 4 niveaux hiérarchiques par un code et une clé.

Note :

Cette fonctionnalité de conversion nous permettra d'avoir les données de débits volumiques et massiques et des valeurs des totalisateurs (volume et masse) à référence (à la pression atmosphérique et à 15°C) à partir des valeurs de ces mêmes mesures à la pression et température du pipeline (valeurs à T&P).

4. Caractéristiques MODBUS

Commandes supportées :

Le calculateur FH6200 supporte les commandes suivantes :

Commande 03 – Read multiple registers

Commande 16 – Write multiple registers

Adresses MODBUS :

Toutes les données mémorisées dans la DATABASE du FH6200 sont représentées par un ou plusieurs mots de 16 bits, ce qui a pour effet que les valeurs représentant des états booléens sont aussi codées en registres de 16 bits.

L'adressage des registres MODBUS, conformément à la norme, s'effectue toujours à partir de 0, ce qui implique que le programmeur doit décrémenter les adresses de la DATABASE du calculateur FH6200.

Format des nombres réels.

Les nombres réels utilisés en interne pour les calculs sont au format 64 bits IEEE, toutefois pour des raisons de compatibilité avec les équipements les plus courants, ces nombres sont convertis au format 32 bits IEEE pour les échanges de données. Cette conversion peut dans certains cas altérer la précision de ces nombres (Voir norme ANSI – Float number).

Spécificités des totalisateurs.

Les totalisateurs sont des valeurs qui doivent pouvoir s'incrémenter pendant de longues périodes et ainsi atteindre des valeurs très importantes. Pour obtenir une grande précision ces valeurs sont mémorisées en interne au format 64 bits IEEE. Pour cette raison les commandes de lecture MODBUS concernant ces valeurs s'effectuent d'une manière particulière, en retournant la partie entière codée au format 32 bits Long et la partie décimale codée au format 32 bits IEEE.

Esclaves MODBUS

Le calculateur FH6200 a la possibilité de répondre à plusieurs adresses d'esclave MODBUS, permettant d'implémenter plusieurs fonctionnalités, telles que la lecture / écriture des données de la DATABASE, la lecture de la liste des alarmes, la lecture de listes de variables MODBUS.

L'adressage s'effectue comme indiqué ci-dessous.

Modbus slave address = 5

Alarm & Event address = 6

List Modbus 1 = 7

List Modbus 2 = 8

Note :

Nous avons dû tenir compte de ces formats de données lors de la préparation du programme step7 pour la récolte de données en Modbus. Les registres step7 étant

de 16 bits, on reste sur le même format pour les données réelles qui sont sur deux registres en step7 (32 bits) ; mais pas pour les valeurs des totalisateurs (volume et masse) qui sont sur 64 bits (4 registres step7), à moins d'allouer à chaque valeur deux doubles mots, nous aurons ainsi la partie entière sur un double mots, et la partie décimale sur le second double mots.

5. Transmission de données du FH à l'automate

Données à prendre du FH :

Ce qui était prévu avec les responsables du projet ASR chez Naftal c'est la récolte, par sorties analogiques du FH6200, des données de :

- densité par ligne ;
- débit par ligne ;
- débit cumulé.

Ces données devraient arriver comme entrées analogiques sur un module d'acquisition de données analogiques de l'automate principal.

Equipement utilisé pour les tests:

Automate Siemens S7-300 avec CPU 315-2DP qui est le même que l'automate principal qui devra finalement communiquer avec le FH, avec une cartes d'acquisition impulsionnelle.

Processeur de communication CP340 RS-232.

Câble RS-232 direct.

Calculateur FAURE HERMAN 6200.

Le schéma ci-dessous décrit la liaison entre les équipements utilisés pour cette communication.

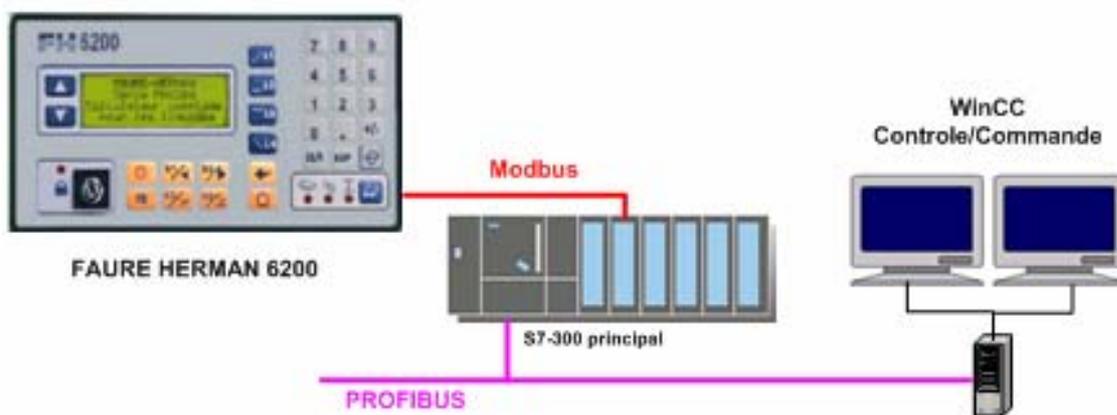


Figure III.13: Communication avec le calculateur FH6200.

Tests antérieurs :

Des tests sur le FH6200 d'Arzew ont indiqué que ce calculateur ne permettait pas de prendre les données de *volume* et *masse* via ses sorties analogiques.

De ce fait, Naftal accepte qu'on ne récupère du FH6200 que les données de :

- densité ;
- débit à T&P global (pour les deux voies) ;
- débit massique global ;

et de mettre un compteur sur Step7, pour les valeurs du débit cumulé (volume et masse) si l'erreur sur le comptage n'est pas significative.

Cette proposition n'a pas été prise en compte car nous n'aurions dans ce cas là pas du tout exploité les capacités de comptage rapide et précis du FH.

Sinon, **deux solutions** ont été proposées :

- 1- Utiliser une sortie impulsionnelle du FH vers l'automate principal pour effectuer le comptage sur Step7 ;
- 2- Utiliser une sortie digitale du FH pour communiquer en Modbus avec l'automate principal.

Nouveaux tests :

- Les essais pour la **1^{ère} solution** ont donné les résultats suivants :
 - Lorsque c'est la ligne 1 qui est utilisée, le débit compté sur le FH est bien celui de la ligne 1.
 - Si c'est la voie 2 qui est utilisée, le débit massique global calculé est nul.
 - Lorsque les deux voies de comptage sont utilisées, le débit massique global affiché est la somme des deux débits.

Cette solution ne nous permet donc pas d'avoir toutes les données requises par le client. Nous nous penchons donc sur des tests pour la seconde solution proposée.

- Les essais pour la **seconde solution** ont requis des modifications suivantes des paramètres du FH :
 - Vitesse de communication sur le port COM1 du FH avec l'automate principal : 9600 bps.
 - Format trame de données : 8bit de données/Parité paire (P)/1bit Stop.
 - Accès aux registres : Multiple Register.
 - Mode : Modbus RTU.
 - Ordre des octets « P1 ».
 - Communiquer comme esclave Modbus.

Après configuration dans la liste des sorties port COM1, des adresses des registres à transmettre en Modbus vers l'automate principal, nous avons préparé le programme Step7 de transmission de données du FH6200. Bouayed Nawfel

Cette programmation inclut quatre télégrammes pour la lecture de données : les trois premiers vont chercher les registres en question à leurs adresses même dans le FH ; le quatrième télégramme lit les données configurées sur la liste port COM1 du FH.

Problème :

A la lecture des télégrammes, nous remarquons sur l'automate un décalage d'un byte d'adresse en moins des données Modbus sur l'automate par rapport à l'adresse de la même donnée sur la mémoire du FH.

Solution :

Pour lire ces registres FH à l'aide de l'automate, il a fallu les programmer sur Step7 avec une adresse en moins pour chaque registre par rapport à sa propre adresse dans le FH.

Mêmes opérations effectuées sur le FH de Sidi Bel Abbès.

6. Résultats

Réussite de la transmission de données du FH vers l'automate, et visualisation de celles-ci sur PC, en présence du chef de station SBA « Monsieur Lekhal Attou ».

Les données transmises :

- Débit volumique à T&P voies 1 ;
- Débit volumique à T&P voies 2 ;
- Débit volumique à référence voie 1 ;
- Débit volumique à référence voie 2 ;
- Débit massique voie 1 ;
- Débit massique voie 2 ;
- Masse volumique primaire ;
- Masse volumique à T&P ;
- Masse volumique à référence ;
- Volume partiel à T&P voie 1 ;
- Volume partiel à T&P voie 2 ;
- Volume partiel à référence voie 1 ;
- Volume partiel à référence voie 2 ;
- Masse partielle à référence voie 1 ;
- Masse partielle à référence voie 1.

III.2 Application du système de télégestion sur le projet SK GPL

Quatrième application : Télétransmission Skikda – Khroub – Alger

Introduction

Le projet de canalisation Skikda – Khroub a pour fonction le transport de gaz Propane ou Butane, selon le choix de l'utilisateur. Le fluide passe donc de la raffinerie de Skikda au Complexe GL1K que nous appellerons « Terminal départ» jusqu'au CSD (Centre de Distribution et de Stockage) Naftal – El Khroub que nous appellerons « Terminal Arrivée ».

Notre application consiste en la récolte de données sur la canalisation du GPL de Skikda – Khroub, puis la centralisation de ces données relevées sur terrain, pour supervision et diagnostic au centre de supervision Naftal d'El Harrach – Alger, en implémentant la solution de télétransmission retenue, sur l'exemple du site de Khroub.

1. Communication Radio pour la récolte de données à Khroub



Figure III.14: Projet Canalisation SKIKDA - KHROUB (GPL)
-Plan de situation des sites radio-

La récolte de données sur les station Naftal « Terminal départ/Complexe GL1K à Skikda », « Terminal Arrivée/CSD Naftal – EL Khroub » et le long du pipeline reliant ces deux stations, se fait à l'aide d'un système de télétransmission par radio.

Les données sont échangées entre ces stations selon des tables d'échange prédéfinies par l'utilisateur. Ce système fonctionne en maître/esclave avec un automate à Skikda programmé pour fonctionner comme esclave Modbus, et un automate à Khroub programmé comme maître Modbus. Ces deux automates sont reliés chacun à un Modem Radio *Satel* par câble RS-485.



Figure III.15 : Modem Radio *Satel*

Le système de télétransmission des data par radio est composé des sites ci-après :

- Une station fixe au Terminal de départ à Skikda.
- Une station relais au Bâtiment Sonelgaz à Skikda.
- Une station relais à Djebel Ouahsch.
- Une station fixe au Terminal arrivée à El Khroub.

Station fixe (SF-TD_Data) au Terminal départ (Site-A)

- 1 Poste émetteur/récepteur – UHF
Satel – 3As Epic
- 1 Antenne directionnelle
Yagi

Station fixe (SR-1_Data) au Bâtiment Sonelgaz à Skikda

La station relais est composée principalement des équipements ci-après :

- 1 Relais émetteur/récepteur/repeater – UHF
Satel – 3As Epic
- 1 Antenne Omni-directionnelle
- 1 Radio structure

Station relais (SR-2_Data) à Djebel Ouahsch (Site-C)

La station relais est composée principalement des équipements ci-après :

- 1 Relais émetteur/récepteur/repeater – UHF
Satel – 3As Epic
- 1 Antenne Omni-directionnelle
- 1 Radio structure

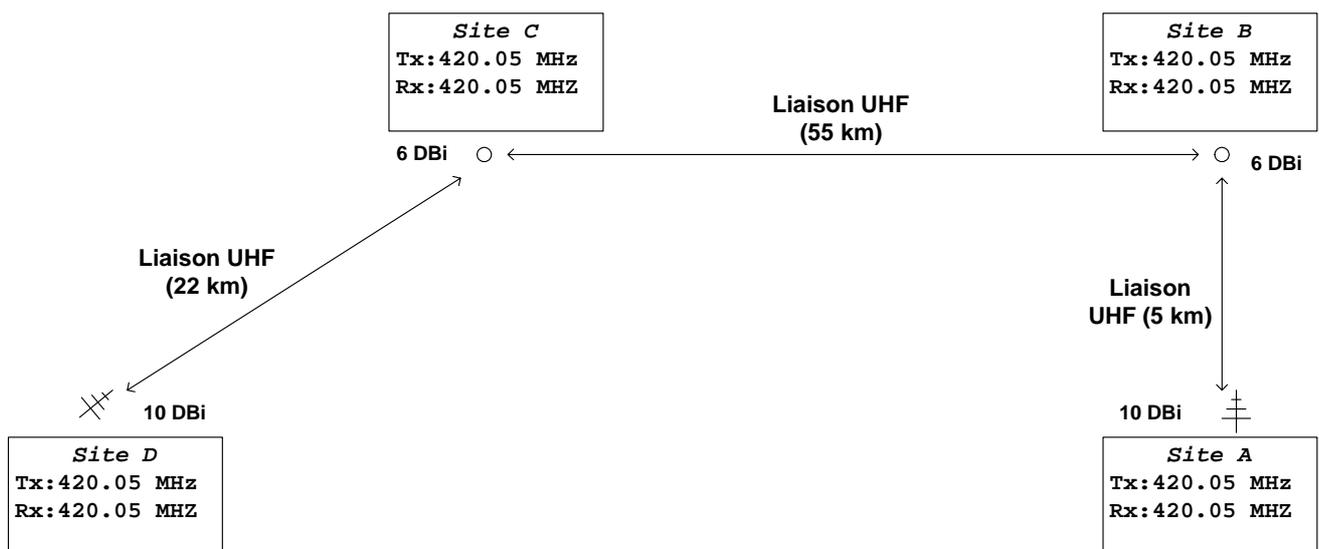
Station fixe (SF-TA_Data) au Terminal arrivée (Site-D)

- 1 Poste émetteur/récepteur – UHF
Satel – 3As Epic
- 1 Antenne directionnelle
Yagi

Nous voyons ici que deux types d'antennes sont utilisés, selon la fonction à remplir :

- directionnelles : à chaque station pour émission/réception
- omnidirectionnelles : à fonction de relais

Voici ci-dessous le plan des sites de la communication Radio sur la canalisation de Skikda – Khroub (GPL) pour « data ».



- A : Terminal départ/Complexe GL1-K à Skikda
- B : Bâtiment Sonelgaz, tours des pins, bloc C à Skikda
- C : Montagne Djebel Ouasch à Kaf Lakhal
- D : Terminal Arrivée/CSD Naftal à El Khroub



Figure III.16 : Projet Canalisation SKIKDA - KHROUB (GPL) Réseau Télétransmission Données

Le schéma descriptif ci-dessous résume la fonction de chaque site radio dans l'ensemble du réseau hertzien pour les data sur la canalisation GPL Skikda-Khroub.

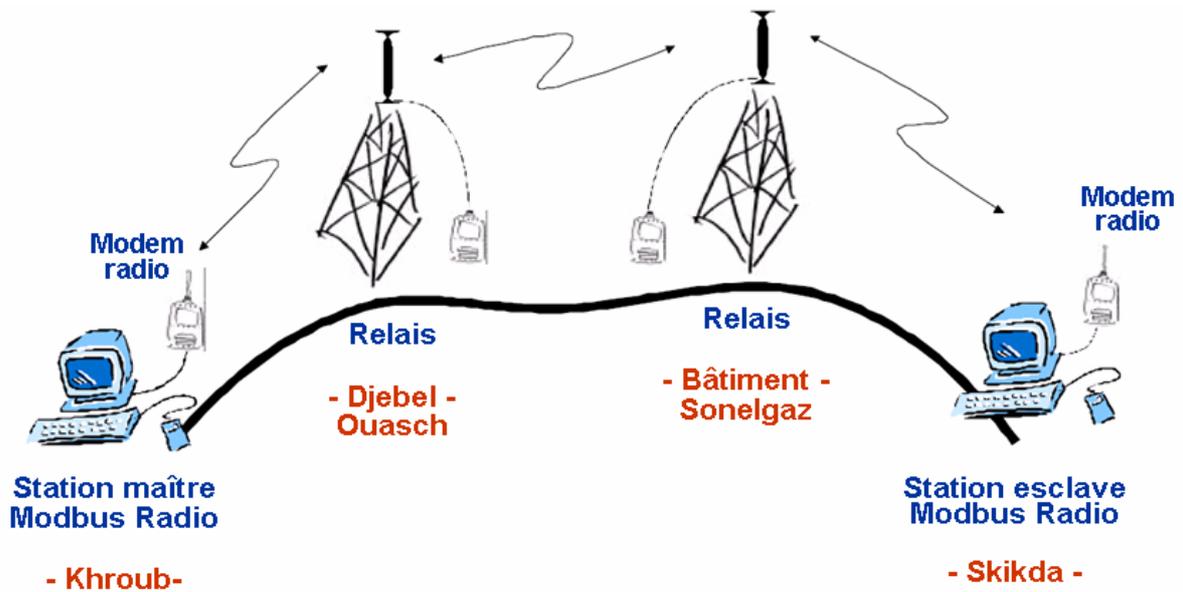
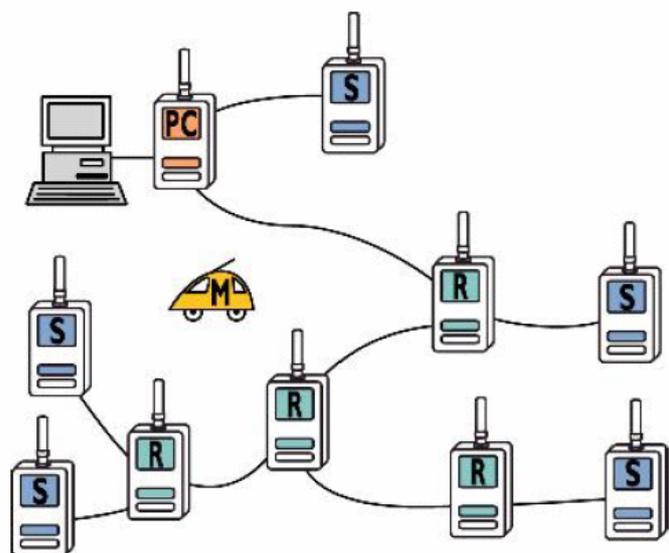


Figure III.17: Fonction des sites radio

Configuration Modems :

Comme pour les modems Westermo pour lignes téléphoniques, les modems radio Satel doivent être configurés pour être en accord de protocole avec le processeur de communication auquel il est raccordé, et aussi pour définir les chemin qu'il peut suivre pour transférer les données d'un point de départ au point d'arrivée.

Serial port : ON / 9600 bit/s / 8 bit data / Even parity / 1 stop bit (RS-485)



- S** Station émission fixe
- M** Mobile
- R** Répéteur fixe
- PC** Poste central

Figure III.18 : Exemple de routage automatique des données des modems radio

Exemples de données à transmettre du TA au TD :

Voir programme SIMATIC *radio_SK_A2IS7 RADIO TA...DB176* - <offline>
18/08/2006

- Défaut du transfert de BOOSTER
- Autorisation de transfert de BOOSTER
- Arrêt du transfert de BOOSTER
- P1111A TB EN MARCHE

- P1111B TB EN MARCHE
- Transfert de Butane de BOOSTER
- Transfert de Propane de BOOSTER
- Défaut du transfert de TD Skikda
- Autorisation de transfert de TD Skikda
- Arrêt du transfert de TD Skikda
- P2111A TD EN MARCHE
- P2111B TD EN MARCHE
- Transfert de Butane de TD Skikda
- Transfert de Propane de TD Skikda
- +A21 PRINC PT2110.1 Pression entrée TD
- +A21 PRINC PT2130.1 Pression sortie TD
- +A21 PRINC TT2130.1 Température sortie TD
- +A21 PRINC FT2120 Débit sortie TD
- +A21 PRINC LT2150.1 Niveau réservoir de purges
- +A21 PRINC TT2150.1 Température réservoir de purges
- +A21 PRINC PT2150.3 Pression réservoir de purges
- compteur_SKIKDA

Remarque :

Le Terminal Booster se trouve à la raffinerie de Skikda. Il sert à conduire le fluide jusqu'au Terminal départ à quelques centaines de mètres de là.

Communications au Terminal Arrivée

Types de liaisons de la salle de contrôle :

- Réseau PROFIBUS par
 - câble électrique PROFIBUS, vers *sous-station électrique* ;
 - fibres optiques, vers *local enfûtage* ;
- Communication en OPC, pour *téléjaugage E+H*
- Communication Modbus par
 - radio, avec *TD* ;
 - câble électrique, avec OPC et *local chargement camions*;
 - ligne téléphonique PSTN, pour télétransmission vers centre de supervision *Naftal – El-Harrach (Exemple pratique)*.

Architecture du réseau de communication du TA (GPL) :

Voici un schéma décrivant l'architecture complète du système de communication de la salle de contrôle avec les équipements sur le site de Khroub, et aussi avec le TD et le centre de supervision d'Alger.

Visualisation des données

Visualisation des données reçues et alarmes au centre de supervision Naftal – El-Harrach à l'aide d'une interface graphique sur WinCC. Exemple de données à transmettre :

- État marche/arrêt des pompes
- Transfert de propane
- Transfert de butane
- Arrêt de transfert de TD Skikda
- Niveau liquide dans sphère (E&H)
- Température liquide dans sphère (E&H)
- Pression liquide dans sphère (E&H)
- ...

Vue globale du système retenu pour l'exemple pratique

Nous avons vu que l'acheminement des données, depuis les sites industriels jusqu'au centre de supervision Naftal à Alger, requière l'intervention de techniques de communication différentes en fonctionnement simultané. Le schéma ci-dessous nous permettra d'avoir une vision globale de ces systèmes fonctionnant pour un but unique.

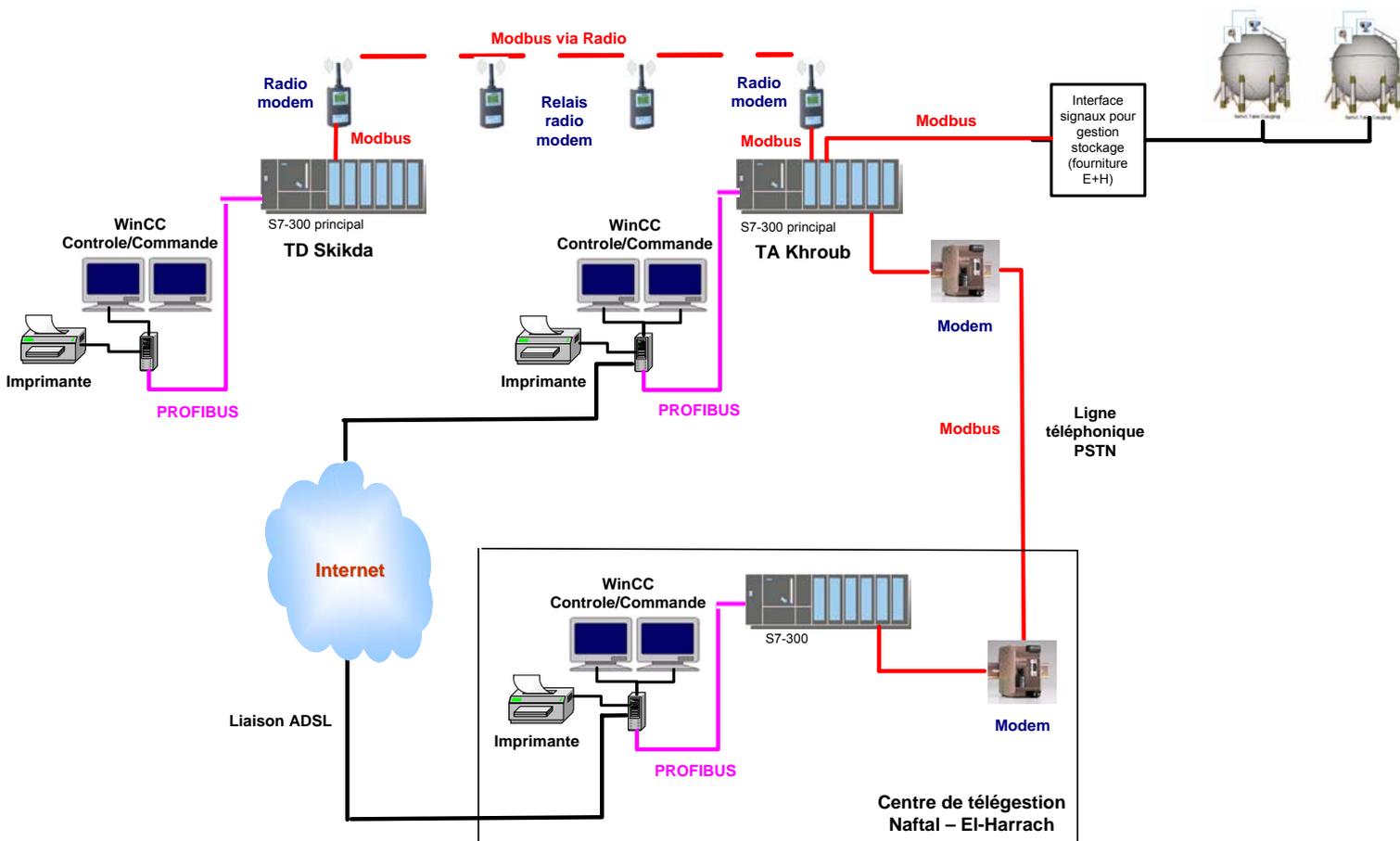


Figure III.21 : Schéma représentant une vue générale des technologies mises en jeu.

Conclusion

Nous avons vu se présenter des situations géographiques et conditions technologiques différentes. Ceci a imposé l'application de technologies spécifiques afin de s'adapter à chaque cas se présentant. Une multitude de systèmes de télétransmission sont donc opérationnels simultanément pour obtenir le meilleur résultat.

Avec ce système de télétransmission, le centre de supervision Naftal d'Alger obtiendra les données d'événements importants, alarmes ou autres mesures en temps réel, et à chaque fois que besoin est.

De ce fait, nous verrons la rapidité et la périodicité de transmission augmenter très sensiblement, puisque nous passons d'un échantillonnage sur les valeurs mesurées d'une fréquence de 1 échantillon/jour à une possibilité d'au moins 1880 échantillons/jour, si nous opérons une émission de l'ensemble des télégrammes programmés, toutes 30 secondes.

IV. Conclusion générale et perspectives

IV.1 Conclusion générale

L'objectif final dans ce projet se résume en l'intégration d'une équipe de projet et la présentation de l'exemple pratique développé pour le client.

Notre travail de fin d'études a donc consisté à préparer le concept à proposer, réaliser le développement du système avec des tests sur chantier, et enfin présenter ce travail devant une assemblée de 50 personnes (clients de divers secteurs industriels).

Suite aux tests effectués sur site, nous avons pu établir la communication entre le centre de supervision Naftal – El-Harrach et le terminal arrivée de Khroub, et de ce fait récolter les données désirées le long de la canalisation du Projet Skikda – Khroub pour le GPL.

Adopté, ce système permettrait à tous les terminaux de Naftal, ou de stations décentralisées d'autres entreprises dont la supervision se fait à un endroit fixe, de connaître exactement l'état des lieux sur terrain et d'avoir tous les bilans voulus.

Nous avons d'autant plus profité de cette expérience dans le monde professionnel pour mettre en œuvre nos acquis d'étudiants à l'Ecole Nationale Polytechnique, et de nous imprégner de la meilleure méthode pour le travail en équipe sur chantier, pour réussir le développement et répondre au mieux aux demandes du client. Une interface WinCC a pour cela été développée pour que ce dernier puisse en effet visualiser les données demandées.

IV.2 Perspectives

Le système de télétransmission décrit dans les chapitres précédents a s'est montré à la fois efficace, fiable et économiquement rentable pour l'entreprise qui l'a développé et installé comme pour le client. Toujours est-il que l'évolution permanente dans le domaine de la communication et de la télétransmission nous offre des systèmes de redondance des plus attrayant vu les nouvelles possibilités apportées.

Nous proposerons dans ce chapitre quelques possibilités d'évolution pour la télétransmission, toujours pour les sites du projet de canalisation Skikda – Khroub pour le GPL, et l'apport de résultant de ces modifications.

IV.2.1 Evolution proposée

Voici deux systèmes de communication que nous proposons d'implémenter sur le site de la canalization Skikda – Khroub :

- Intégration de la communication GPRS sur réseau GSM
 - ceci sera réalisé en utilisant le **SINAUT** qui est un équipement de technologie Siemens et qui sera décrit ci-après.
- Télétransmission sécurisée par tunnel VPN
 - se fera en intégrant le module **SCALANCE S**, développé aussi par Siemens.

IV.2.1.1 Intégration de la communication GPRS sur réseau GSM

Fonctionnalités principales de SINAUT

- SINAUT ST7 est une **combinaison** de :
 - automatisation & contrôle,
 - surveillance & exploitation
 - transmission de données dans des installations géographiquement très éparpillées
- SINAUT ST7 peut utiliser **tous les types de WAN** (redondance possible) :
 - WAN « Classic » WAN comme
 - lignes spécialisées
 - radio
 - réseaux commutés
 - WAN basé sur Ethernet comme
 - lignes spécialisées
 - radio
 - réseaux DSL
 - GPRS
- Communication de données **déclenchée par événement**
 - pour réduire le trafic de données sur les voies de transmission à bande étroite
- **Mise en mémoire des télégrammes de données**, y compris horodatage sur TIM :
 - si la voie de communication est en dérangement,
 - un correspondant est en panne et
 - afin de réduire les coûts de connexion dans les réseaux commutés
- **Synchronisation horaire** via :
 - DCF77 (Europe) ou
 - GPS (au niveau mondial)
- **Programmation à distance** et diagnostic via WAN

Résumé

Type	Support	Transmission Wan	Transmission Wan IP
Sinaut ST7	S7-300 S7-400	PSTN	Paire torsadée
		ISDN	Optique
		GSM	IWLAN
			Radio Ethernet
			ADSL
			GPRS
Sinaut Micro	S7-200		GPRS

Tableau IV.1 : Récapitulatif des fonctionnalités principales de SINAUT

IV.2.1.2 Télétransmission sécurisée par tunnel VPN

- Quelques nouveaux souhaits...

- Les réseaux sont de plus en plus interconnectés au moyen de passerelles
- Une télémaintenance est requise (partout / à tout moment)
- Télédiagnostic
- Utilisation de l'Intranet et de l'Internet
- Connecter deux mondes : Automatisation & IT
- Un seul réseau (Ethernet) pour tout
- Pas conscient d'augmenter le risque de sécurité

→ Faites attention avant de savoir que votre réseau d'automatisation est connecté au « monde entier »

- Exigences spécifiques en matière de sécurité industrielle

Facilité d'utilisation (utilisabilité)

- Des connaissances spécialisées en sécurité ne sont normalement pas requises
 - La mise en service et la maintenance doivent impliquer le moins de coûts possible

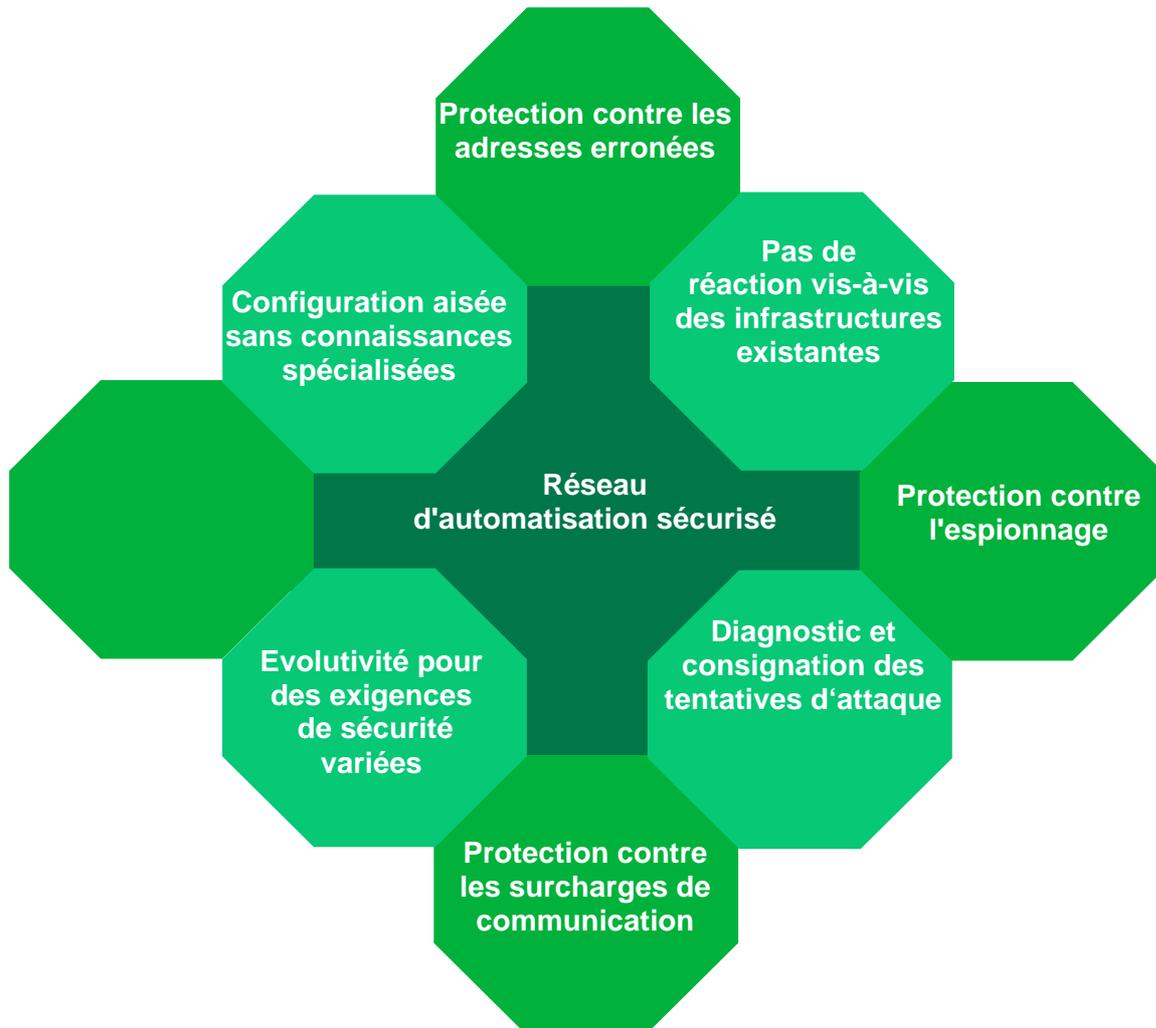
Sans réaction et transparent

- Aucun changement à la topologie de réseau existante
- Aucune reconfiguration des noeuds de réseau existants
- Protection du trafic de données indépendante du protocole

*La capacité de temps réel et la sécurité ne doivent pas s'exclure mutuellement!
Minimisation du risque de virus, de vers et de chevaux de Troie même sans lourds scanners de virus !!*

➔ Ces exigences spécifiques ne sont pas satisfaites par les solutions de sécurité bureautiques !

- Exigences de sécurité dans l'automatisation



Approche en matière de sécurité

Pour la sécurisation :

- de sections individuelles du site de production,
- de sections du réseau (par exemple, bureaux et production)
- de la communication inter-sites via réseaux non sécurisés (p.ex. Internet)
- de l'accès du téléservice aux sections du site via réseaux non sécurisés

Concept de sécurité basé sur :

- Pare-feu
- Tunnels VPN
- Interdépendance réduite
- Facilité de manipulation

Le concept de sécurité indépendant du protocole (couche 2) s'adapte à tous les appareils et solutions d'automatisation.

Module de sécurité matériel, pare-feu intégré et tunnels VPN

SCALANCE S 612 / S613

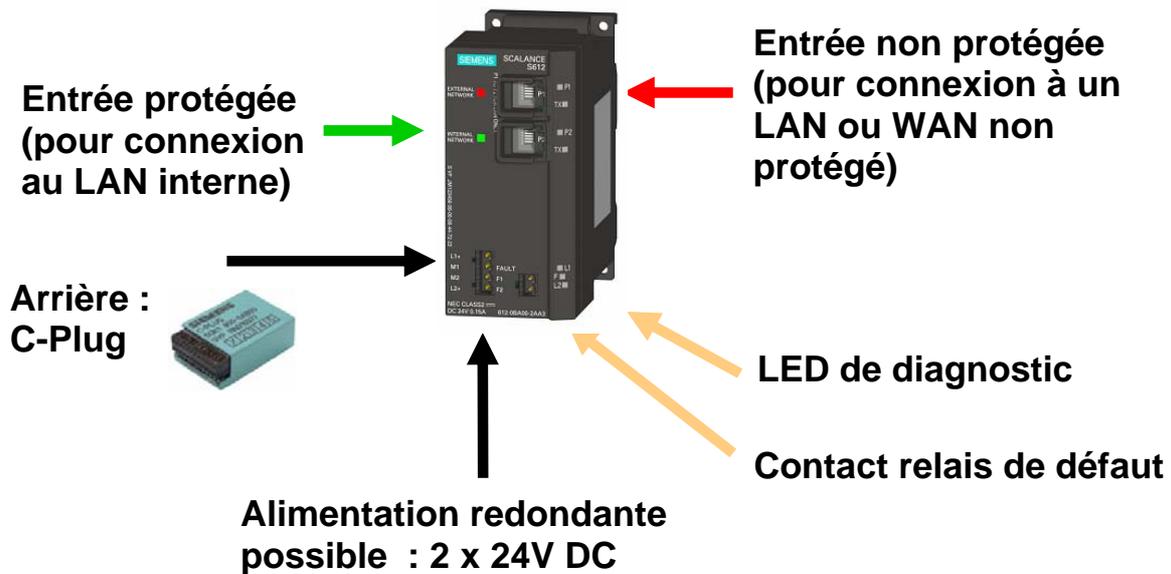


Figure IV.2 : Connexions possibles au SCALANCE

C-PLUG : Configuration Plug

Support de stockage amovible pour les données de configuration SCALANCE S, pour le remplacement rapide des modules sans appareil de programmation.

Avantages

- Manipulation aisée grâce à la configuration minimale
- Aucune connaissance spécialisée requise en sécurité informatique
- Faibles coûts de configuration grâce à l'apprentissage automatique d'autres abonnés du réseau
- Aucune modification ni adaptation requise de la structure de réseau existante
- Aucune modification ou adaptation requise des applications ou noeuds de réseau existants



- Conception industrielle robuste

Accès à distance

Un réseau mondial...

Le SCALANCE offre la possibilité de se relier au réseau d'automatisation d'un site industriel, à partir de n'importe quel endroit dans le monde, via le tunnel VPN, avec les sécurités d'authentification de rigueur.

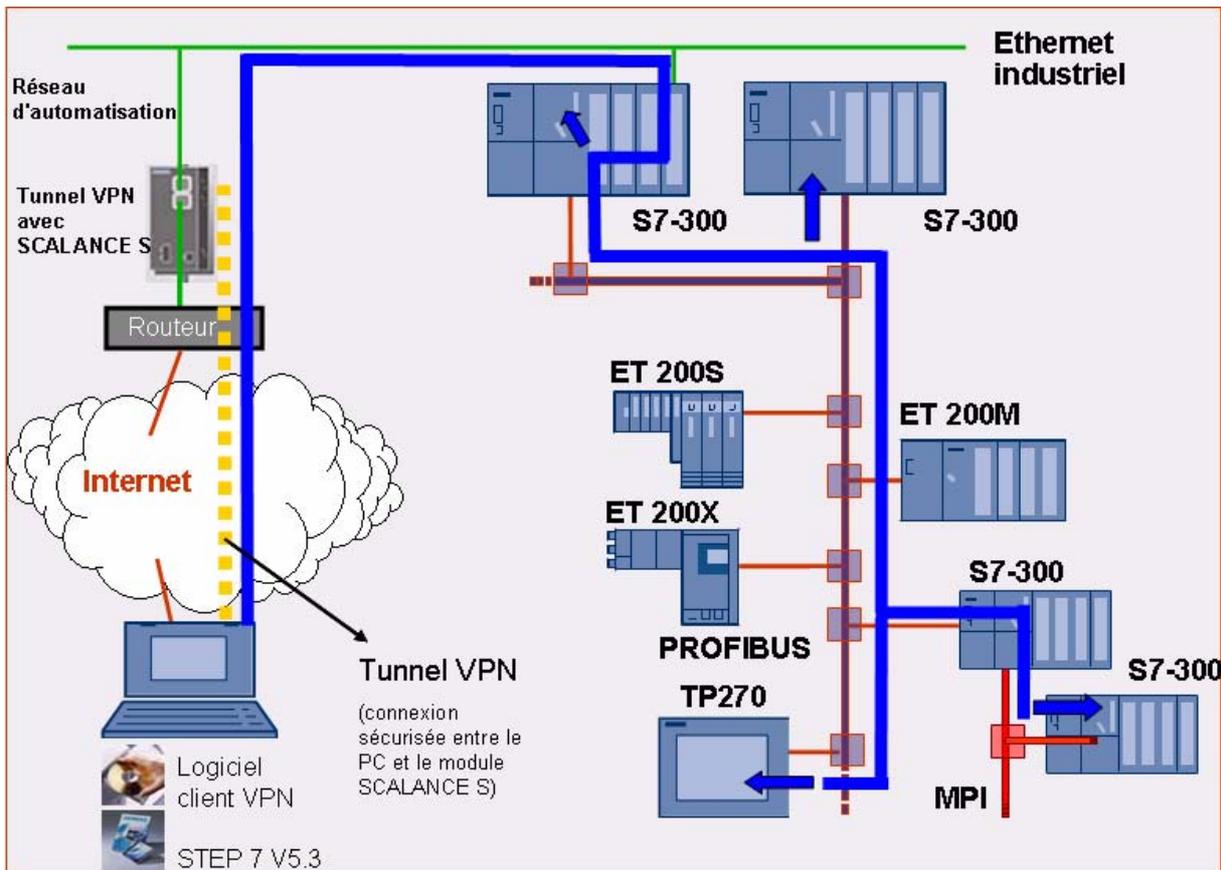


Figure IV.3: Schéma représentatif d'une connexion au réseau d'automatisation par tunnel VPN

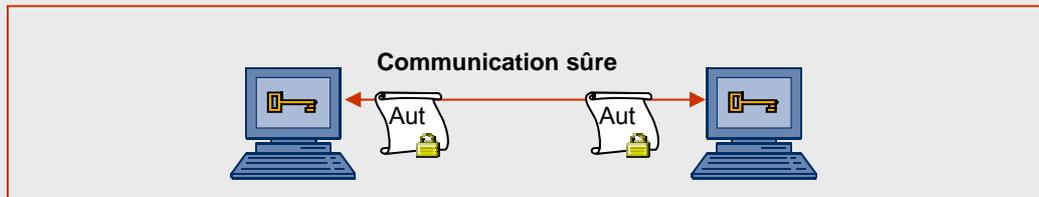
Sans lésiner sur la sécurité...

Authentification :

Les données réceptionnées proviennent de la source spécifiée.

+ Intégrité :

Les données n'ont pas été manipulées pendant la transmission.



= Confidentialité :

Les personnes non concernées ne peuvent décrypter les données.

Implémentation sur le projet de canalisation GPL Skikda – Khroub

▪ **Apport résultant de l'implémentation du SINAUT :**

- élimination des relais existant pour la communication radio
- mobilité de l'équipement
- horodatage par GPS des événements
- ...

▪ **Apport résultant de l'implémentation du SCALANCE S :**

- sécurisation de la liaison ADSL
- sécurisation du réseau industriel d'automatisation
- communication en continu
- ...

Le schéma ci-dessous représente l'emplacement des technologies à intégrer au sein du système de communication existant. La télétransmission par ligne PSTN devient ici un système de redondance pour la communication du TA avec le centre de supervision Naftal d'Alger, par rapport à la communication par tunnel VPN.

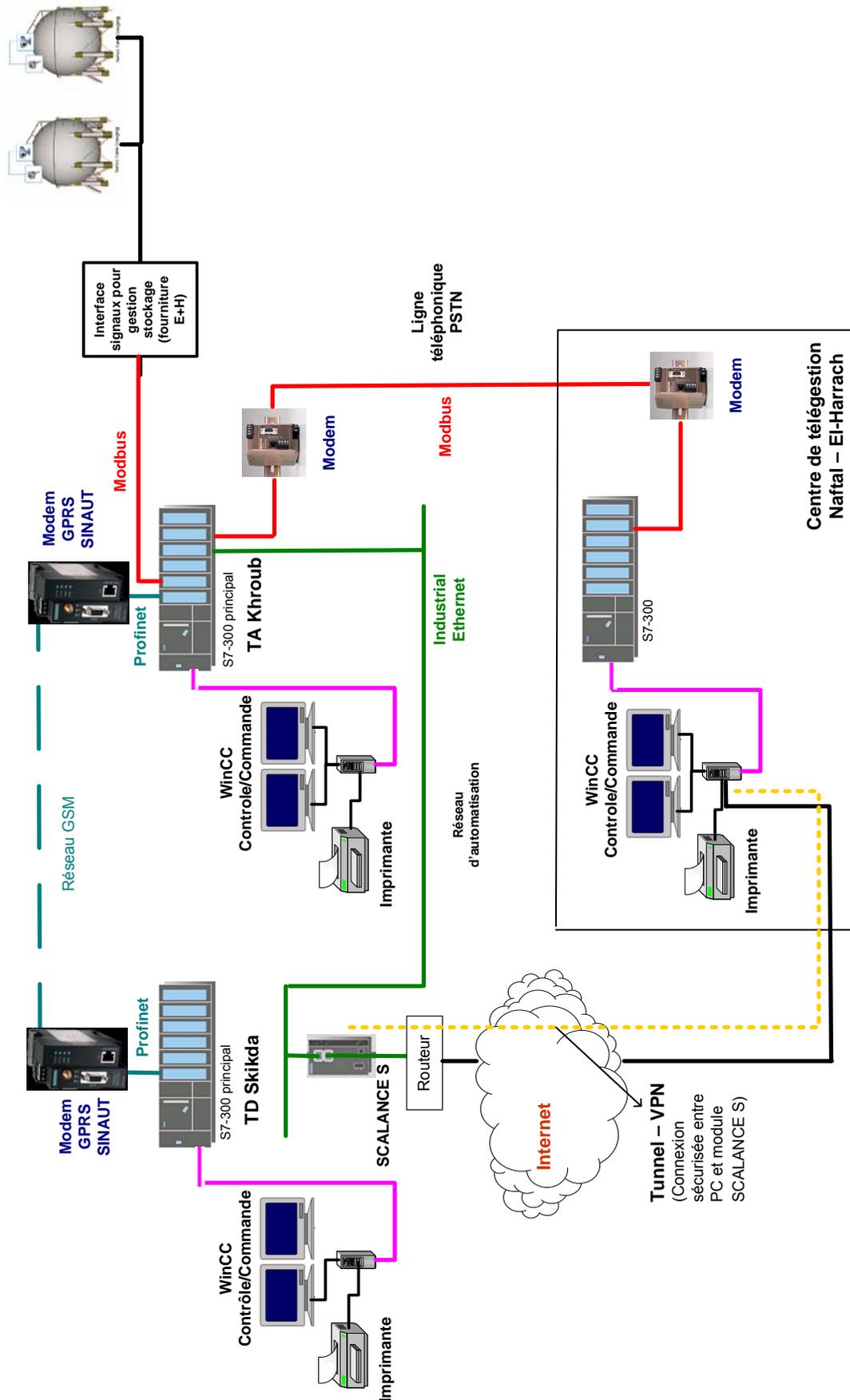


Figure IV.4 : Schéma représentatif des technologies à intégrer au sein du projet SK.

Nous voyons une évolution permanente dans le domaine de la télétransmission : en suivant ces évolutions, Siemens s'efforce de rester à la pointe en proposant des solutions fiables, mais aussi efficaces ; dans le sens où les données doivent arriver rapidement et à bon port avec une confirmation d'intégrité et de confidentialité en imposant une authentification des partenaires de communication.

Possibilités pratiques plus étendues envisageables, se traitant au cas par cas selon les demandes...

Bibliographie :

- *Wikipédia*, L'encyclopédie Libre.
- *Jean Marc CHALLIER*, « Réseau RTC, Modem, Liaison RS-232 », IRIT - Université Paul Sabatier, Toulouse (1999)
- *Jean Marc CHALLIER*, « Réseau RTC, Modem, Liaison RS-232 », IRIT - Université Paul Sabatier, Toulouse (1999).
- *Westermo Data Communication*, « Installation Manual, TD-35 HV/LV RS-422/485 », Westermo Teleindustri AB • SE-640 40 Stora Sundby, Sweden
- *Modem 3COM*, « Guide de l'utilisateur du modem ».
- *Alain JAFFRE*, « RS232 / EIA232 » (Octobre 2003)
- *Jean Marc CHALLIER*, « Réseau RTC, Modem, Liaison RS-232 », IRIT - Université Paul Sabatier, Toulouse (1999)
- Siemens AG, Automation and Drives: PDF (6ZB5310-0HW03-0BB1)
- Coupleur point-à-point CP 340, Constitution, mise en oeuvre et Paramétrage. Manuel. Ce manuel a le numéro de référence suivant : 6ES7340-1AH00-8CA0, Edition 06/2002.
- Profibus DP-PA ; Jean-Yves Bois (jybois@a2points.com)
Responsable du Centre de Compétence et d'Intégration Pro f i b u s
N°18 - Septembre - Octobre -Novembre 98 CiMax: Edition Terrain
- SIMATIC NET, Réseaux PROFIBUS; Manuel de reference:
6GK1970-5CA10-0AA2 C79000-G8977-C099 Edition 02
- SIMATIC HMI , WinCC Getting Started; *Manuel*. 6ZB5370-0CM03-0BA4
Edition Mars 2000.
-automation.siemens.com.
- <http://www.synacte.fr/Logique-industrie/opc/technologie%20opc.htm>
- http://www.applicom-int.com/fr/applicom_fr/API/OPC_server/opc_server.html
- <http://itcofe.web.cern.ch/itcofe/Services/OPC/RecommendedTools/Servers/SiemensOPC/welcome.html>
- *Analyse Fonctionnelle projet ASR ; Bentini.*
- *Etude Hydraulique projet ASR ; Bentini.*

- *SIMATIC Manager –Rubriques d’aide-*.
- Contrat Naftal N° 020/2002/DED/DIV-GPL

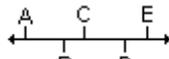
Annexes

Annexe 1

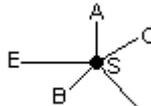
(1) *Commuté* :

Architecture de réseau de type point à point virtuelle (la liaison point à point est créée dynamiquement). Il existe un certain nombre d'architecture de réseaux qui sont utilisées. Pour situer l'architecture commutée, voici un bref aperçu des topologies les plus communes :

- La liaison *Point à Point*.  Il y a une liaison effective entre l'émetteur et le récepteur du message. Dans le cas de sites plus nombreux, on parle aussi de *réseau totalement maillé*.



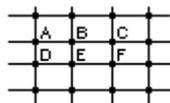
- Le réseau *Bus*. C'est un réseau où tous les correspondants sont reliés à un même *support de communication*. C'est aussi une des architectures les plus évolutives, car il suffit de se « piquer » au réseau pour ajouter un noeud.



- Le réseau en *Étoile*. C'est une architecture où tout message passe par un serveur (S) qui redistribue ensuite les messages entre les sites. Le plus gros problème de cette architecture est évidemment le serveur, qui fait goulet d'étranglement si il n'a pas la puissance de communication suffisante...

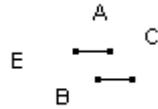


- Le réseau en *Anneau*. C'est une architecture où chaque site est relié à un suivant, et ne transmet des messages qu'à ce dernier. Comme le réseau est bouclé sur lui-même, tout message peut passer depuis tout site source vers toute destination. Cependant, c'est un réseau assez fragile, puisque la chute d'un seul site bloque souvent toute communication dans le réseau. On crée, pour palier à cet inconvénient et pour gagner en performance, des anneaux *bidirectionnels*, c'est à dire où les sites peuvent émettre à la fois vers leur suivant et vers leur prédécesseur.



- Le réseau *Maillé*. C'est un réseau où la topologie de connexion est régulière. La figure représente ici une des topologie les plus simples : la maille carrée. D'autres existent (triangle, hexagonale, etc.), certaines n'ont même pas une représentation planaire (maille cubique, etc.). Cette architecture est souvent utilisée dans les machines massivement parallèles. Il existe souvent plusieurs chemins pour transmettre un message. Ici, pour passer de A à F, un message peut emprunter les chemins A-B-C-F ou A-B-E-F ou encore A-D-E-F, etc. Deux caractéristiques sont très importantes dans ce

type de réseau : le nombre de connexion de chaque noeud, et le nombre de sauts maximal qu'il faut pour relier un noeud à un autre.



Un réseau *Commuté* C'est est un réseau point à point où les connexions entre noeuds se font de manière dynamique et ne durent que le temps de la communication. Cependant, pour les sites communiquant, ce type de réseaux conserve les avantages -et la plupart des inconvénients- du point à point : pas besoin d'identification de l'émetteur ni du récepteur une fois la communication établie, sécurité des données (elles ne traversent aucun autre site). Cependant, le temps d'établissement de la communication peut être notablement plus élevé, et on peut rencontrer des encombrements. De ce fait, cette architecture convient mal à l'émission de petits messages vers des destinataires nombreux.

- ⁽²⁾ *Full duplex* :

L'un des 3 principaux types de communications. Dans les architectures de réseaux ci-dessus, on se rend compte de l'importance du point à point : en effet, la plupart des topologies sont obtenues en créant une liaison point à point entre certains noeuds (et pas la totalité). La seule exception à ceci est le réseau Bus, mais il peut être conceptuellement ramené à un réseau de type étoile en considérant le support de communication comme un serveur central (S) qui répercute à tous les satellites les messages qu'il reçoit de l'un d'entre eux. On a donc étudié les différents types de communication pouvant avoir lieu sur une liaison de type point à point. On distingue :

- La communication *Simplex*. $A \longrightarrow B$ Dans ce type de communication, il y a un émetteur des données (A) et un récepteur (B). B ne peut envoyer de données à A, mais il peut néanmoins lui faire remonter un certain nombre d'informations (comme le contrôle de flux). Ce type de communication se rencontre lors d'un dialogue PC - imprimante. Ce type de communication est un peu gênant, car il force le récepteur au mutisme, et laisse une dissymétrie importante entre le récepteur et l'émetteur. Cependant, rien n'empêche le récepteur d'être lui-même émetteur sur une autre liaison, ce que l'on retrouve dans le cas d'une topologie en anneau unidirectionnel. Dans ce cas, le récepteur retrouve sa capacité à communiquer.
- La communication *Half-Duplex*. $A \longleftrightarrow B$ C'est un type de communication qui stipule que chacun des partenaires peut émettre, mais chacun à son tour. C'est aussi ce que l'on retrouve la plupart du temps sur des réseaux de type bus, où les protagonistes se partagent le support de communication. Une exception cependant : si le support est *dispersif*, plusieurs personnes peuvent l'utiliser pour émettre localement à la fois (pendant que le professeur dicte son cours, vous pouvez demander à voix basse un effaceur à votre voisin sans que cela empêche les autres d'écouter), et on n'est plus réellement dans le cas strict du half duplex.

La communication *Full-Duplex*. $A \longleftrightarrow B$ C'est un type de communication où tous les noeuds peuvent émettre à la fois, chacun se débrouillant pour récupérer les

informations qui lui sont destinées. C'est très performant sur le plan du débit, mais souvent délicat à mettre en oeuvre.

Annexe 2

Le DSP (Digital Signal Processor) est un composant dont la fonction première est la transformation numérique \leftrightarrow analogique pour adapter le signal numérique au RTC. Il existe plusieurs moyens de réaliser cette transformation.

Le premier d'entre eux a été la *Modulation d'Amplitude* :

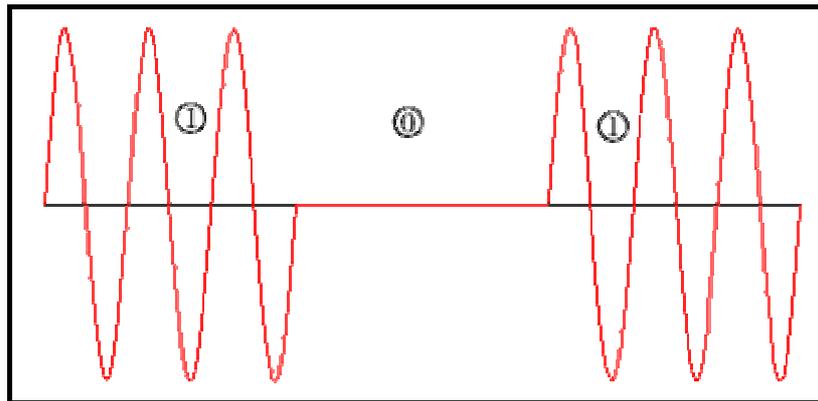


Figure : La modulation d'amplitude

Un signal à une fréquence f est transmis pendant une certaine durée pour émettre un 1, alors que rien n'est transmis pour un 0. Cette technique a un gros défaut : si le signal est trop atténué, tous les bits sont considérés comme des 0. D'autre part, une perturbation électromagnétique importante sur la ligne peut faire prendre un 0 pour un 1. Une autre technique, la modulation de fréquence a alors été utilisée :

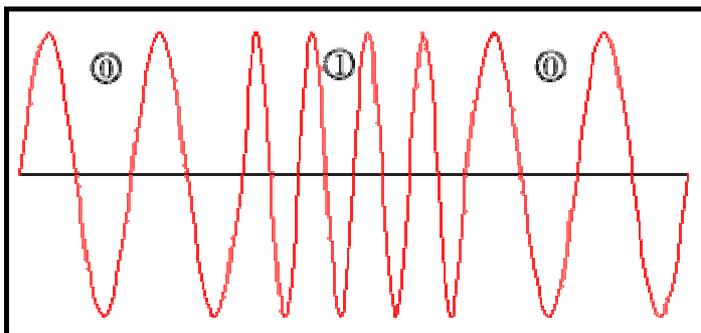


Figure : La modulation de fréquence

Cette technique est maintenant de plus en plus remplacée par la modulation et le saut de phase mais la complexité de la théorie sous jacente dépasserait grandement le cadre de notre projet de fin d'étude. Nous raisonnerons donc sur la modulation de fréquence, qui suffira pour introduire les idées fondamentales. On utilise donc deux fréquences, l'une f_0 pour transmettre un 0, l'autre f_1 pour transmettre un 1, les deux signaux étant émis à des amplitudes identiques. De son côté, le récepteur utilise un autre jeu de fréquences (g_0, g_1) pour transmettre ses informations. Ceci permet d'utiliser le full-duplex proposé par le RTC, puisque un modem émettra sur (f_0, f_1) et écoutera sur (g_0, g_1), alors que son correspondant émettra sur (g_0, g_1) pour écouter sur

(f_0, f_1) . Le choix du jeu de fréquences utilisé pour émettre et recevoir est décidé d'office par le protocole : l'initiateur de l'appel téléphonique a un jeu réservé, et le modem appelé en a un autre. Il y a donc, dans ce système, toujours deux fréquences sur quatre présentes sur la ligne. Cependant, on n'est pas obligé de se limiter à deux fréquences pour chacun des partis. En utilisant un second jeu de fréquences, que l'on notera (f'_0, f'_1) , l'initiateur peut émettre *deux bits à la fois*. De la même manière, en utilisant un couple de fréquences différentes des autres (g'_0, g'_1) , l'appelé peut lui aussi émettre deux bits simultanément. On a donc réussi à *paralléliser* la communication sur le RTC. Il n'y a priori pas de raison de s'arrêter en si bon chemin : pourquoi ne pas utiliser en plus deux autres jeux de fréquences, (f''_0, f''_1) et (g''_0, g''_1) pour transmettre trois bits à la fois ? On émet à tout instant ainsi non plus un bit, mais un *symbole*. Le nombre de symbole par secondes s'exprime dans une unité spécifique : le *baud*. C'est à dire que si des modems fonctionnent à 9600 bauds, avec un protocole faisant contenir 3 bits par symbole, on obtient une vitesse de transmission de $9.600 \times 3 = 28.800$ b/s. L'ensemble des symboles possibles pouvant être émis d'après un protocole est appelé la *constellation* du protocole.

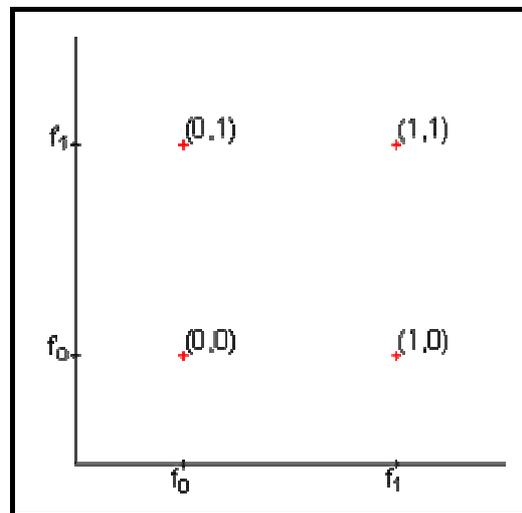


Figure : Constellation à deux bits par symbole

Où ce groupement des bits dans les symboles peut-il s'arrêter ? Il y a finalement une infinité de fréquences entre 300 et 4000Hz (\rightarrow Chapitre 4.2.1 RTC.)... En fait, ce n'est pas si simple que cela. Il y a tout d'abord le problème de la précision. Si les deux modems n'ont pas des horloges internes *strictement* identiques, le récepteur risque de prendre par exemple la fréquence de 1000Hz émise par l'appelant pour du 1000,01Hz, qui représente probablement un autre bit... d'où catastrophe ! De plus, on a sans doute pas de détecteurs de fréquences suffisamment précis pour qu'une fréquence soit différenciée d'une autre aussi proche assez vite : pour qu'il y ait une période de différence entre le 1000Hz et le 1000,01Hz, il faut laisser passer... 100 secondes, soit plus d'une minute et demie. S'il fallait tout ce temps là pour détecter correctement un symbole, les informations seraient longues, très longues à transmettre, ce qui perturberait grandement l'interactivité de la liaison. Il y a donc un compromis à réaliser. En ce moment, la plupart des protocoles utilisent en moyenne une constellation à 3 bits par symbole.

Le principal travail du DSP est donc de générer des sinus à une fréquence commandée par le microprocesseur et de détecter la présence de sinusoïdes à certaines fréquences prédéfinies. La détection se fait à partir de la numérisation du signal et du traitement de ce dernier par FFT (Fast Fourier Transformation). Les détails de cette opération sortent largement du cadre de ce mémoire. La génération des sinusoïdes est, par contre, beaucoup plus simple. Elle se faisait, il y a peu, avec des VCO (Voltage Controlled Oscillators) qui avaient le désagrément d'être fort peu précis et peu stables dans le temps (très sensibles au vieillissement des composants). En cette ère du tout-numérique, les sinus sont générés de façon numérique, puis transformés en signal analogique par un simple DAC (Digital to Analog Converter) situé en bout de chaîne. Les sinus numériques sont particulièrement simples à générer à partir d'une *table de sinus* :

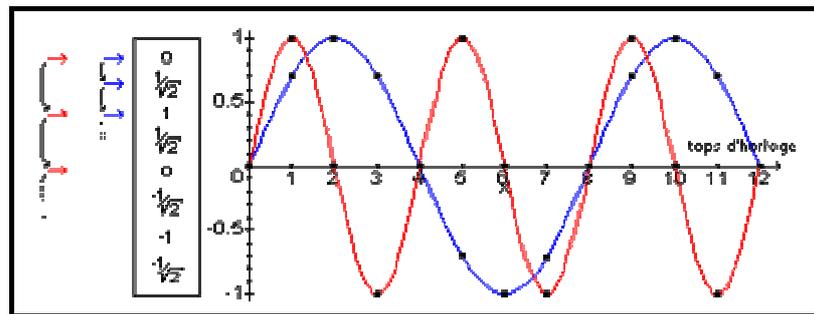


Figure : Fonctionnement de la table de sinus

Le fonctionnement en est très simple : on parcourt la table (considérée comme cyclique) avec un pas proportionnel à la fréquence, et on émet régulièrement (à chaque 'top' d'horloge) un échantillon lu dans la table, avant d'incrémenter une fois de plus le pointeur. En effet, la sinusoïde bleue est générée avec le curseur bleu : à chaque top d'horloge, ce curseur se déplace d'un échantillon, alors que le curseur rouge, qui définit la sinusoïde rouge, se déplace de deux échantillons entre chaque top d'horloge. On a donc bien le résultat voulu : la sinusoïde rouge a une fréquence double de la sinusoïde bleue. Naturellement, dans les véritables DSP, il n'y a pas que 8 échantillons, mais plus près d'un millier de valeurs de sinus pour des valeurs d'angle comprises entre 0 et $\pi/2$. Une règle de calcul polynomial simple permet d'inférer des approximations suffisamment précises des valeurs intermédiaires (comprises entre deux échantillons présents dans la table).

LISTE DES PRINCIPALES COMMANDES AT

- AT : vérifie le bon fonctionnement du modem et de la liaison. Celui ci doit simplement répondre 'OK'
- A/ : répète la dernière commande entrée. Cette commande est la seule qui ne commence pas par 'AT' et qui ne finit pas par un retour chariot.

Les autres commandes doivent être précédées de 'AT' et se finir par un retour chariot.

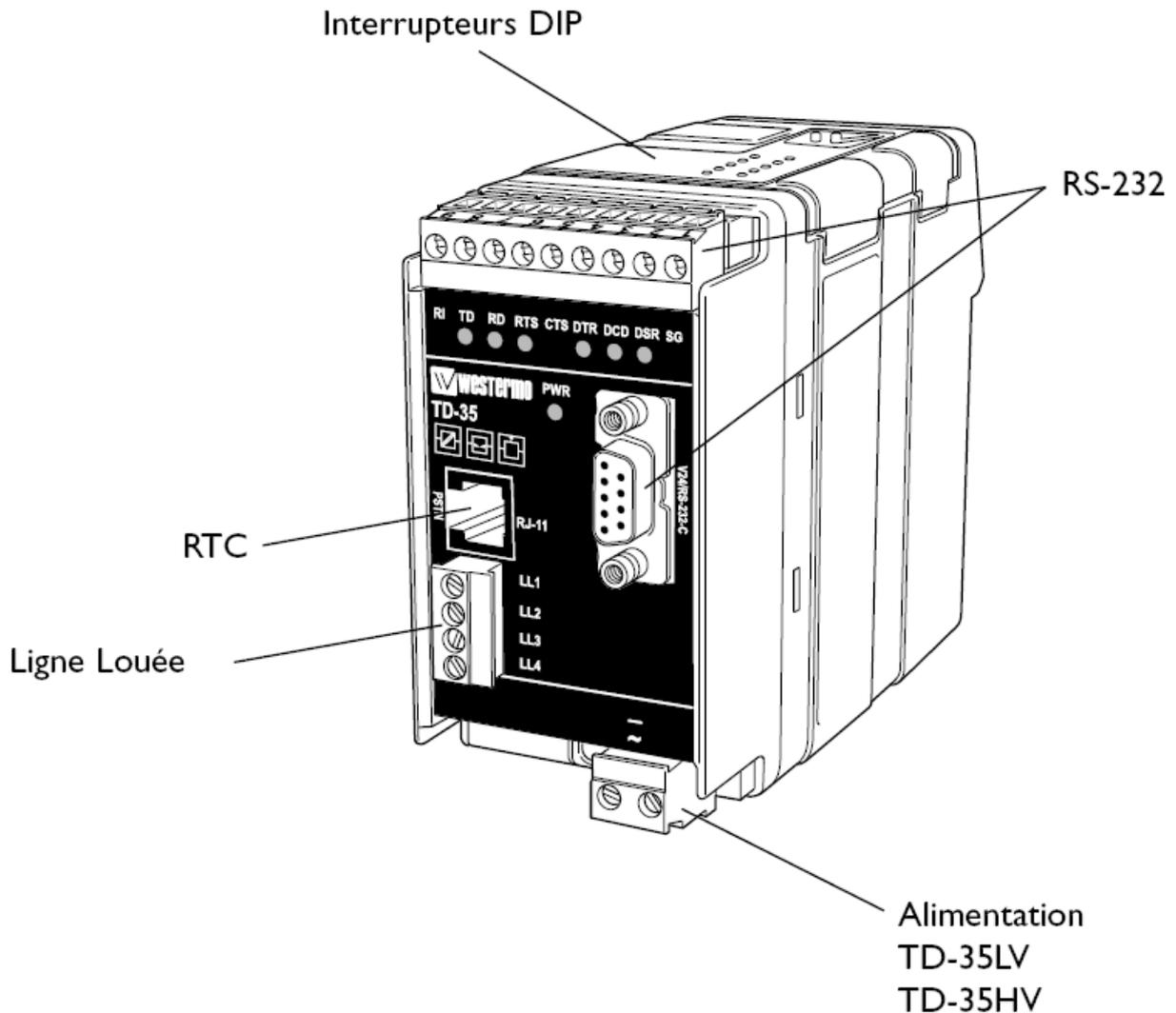
- &F : retour à la configuration usine (**F**actory settings)
- Z : remise à **Z**éro - rechargement de la configuration programmée par défaut. Après l'une des deux commandes précédentes, tout ce que vous avez programmé avant (ats0=2, atm0, etc.) doit être reprogrammé.

- &V : affichage des **V**ariables d'état du modem. Nota : cette commande fait générer un petit millier de caractères au modem, et se trouve donc bien utile lorsque vous voulez tester la robustesse de la réception dans votre projet... surtout si vous la répétez quelques fois dans une seule commande !
- In : Identification du modem. En donnant à n des valeurs entières partant de 0, le modem donne à chaque réponse quelques renseignements supplémentaires. Lorsqu'il n'a plus rien de nouveau à transmettre, il transmet soit ERROR, soit toujours la même chose.
- Dnnn : numéroté et se connecter à un modem distant (**D**ial). Le modem prend alors la ligne, numérote (comme vous le feriez vous), et attend (souvent en émettant une tonalité de « garde ») qu'un modem en face décroche. Lorsqu'il le fait, il s'ensuit une phase dite *négociation de protocole*, pendant laquelle les modems tentent un peu tous les protocoles de communication qu'il connaissent pour voir si d'une part leur correspondant peut les utiliser, d'autre part si la qualité de la ligne les supporte. Ils choisissent ensuite le « meilleur » protocole commun et supporté par la ligne pour communiquer et entrent alors en mode connecté.
- H : raccrocher (**H**angup) - cf. '+++'.
 • O : retour à l'ancienne connexion (**O**ld connection) : utilisé lorsque le modem est relié à un autre modem, mais toujours en mode commande - cf. '+++' - , pour le replacer en mode connecté.
- Sx? : interrogation du registre S numéro x. Les registres S (**S**tatus) sont les registres d'état du modem. Il y en a un certain nombre, indéfini à la base, et qui ne cesse de croître au fur et à mesure que les modems deviennent plus complexes. Un certain nombre d'entre eux ont un signification commune sur (quasiment) tous les modems dits "compatibles" Hayes. Le seul que je décrirai ici est le registre S0 : il contient le nombre de sonneries au bout desquelles le modem doit répondre automatiquement à un appel entrant (bien pratique pour faire un répondeur/fax...). Si ce nombre vaut 0, la fonctionnalité de réponse automatique est désactivée.
- Sx=nnn : positionnement du registre S numéro x à la valeur nnn. Par exemple, vous pouvez taper 'ats0=2' pour que votre modem réponde tout seul au bout de deux sonneries. *Attention !* Tripoter les registres S sans une bonne documentation à côté est le meilleur moyen de « planter » sérieusement votre modem - voire parfois, sur certains modèles, le rendre inutilisable définitivement. Alors, essayez d'éviter...
- A : répondre (**A**nswer) à un appel entrant.
- Mx : contrôle quand le haut parleur du modem est enclenché (**M**onitoring). Je ne vous donnerai qu'une seule valeur pour x : 0 ! Le haut parleur n'est alors *jamais* branché et vous n'entendez pas ce qui se passe sur la ligne. Ca peut être angoissant, mais il y a 8 modems - imaginez le bruit que font les 8 en train de chanter en même temps... Vous ne pouvez pas ? Moi, si, malheureusement... Par contre, pour bien vous montrer la phase de négociation du protocole entre les deux modems, j'effectuerai moi-même, une fois pour chaque groupe, un exemple de connexion entre deux modems avec le haut parleur allumé.

Lx : niveau (**L**evel) d'amplification du haut parleur.

Annexe 3

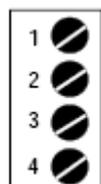
TD-35 LV (utilisé pour les projets *ASR* et *Télétransmission Khroub – Alger*)



Ligne Louée :

Connexion	Direction	Description
Bornier 4 positions : borne 1	Entrée/Sortie	Ligne louée 2/4 fils Réception/Emission
Bornier 4 positions : borne 2	Entrée/Sortie	Ligne louée 2/4 fils Réception/Emission
Bornier 4 positions : borne 3	Entrée	Ligne louée 4 fils Réception
Bornier 4 positions : borne 4	Entrée	Ligne louée 4 fils Réception

Dans le cas de la liaison téléphonique à Ligne Louée



(cas du projet Sahel), nous utiliserons une liaison à 2 fils, donc seules les bornes 1 et 2 seront raccordées à la ligne.

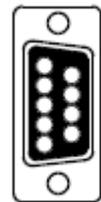
RTC :



Connexion	Direction	Description
Prise RJ-11C broche N° 3	Entrée/Sortie	RTC Emission/Réception
Prise RJ-11C broche N° 4	Entrée/Sortie	RTC Emission/Réception

RS-232 (DCE) :

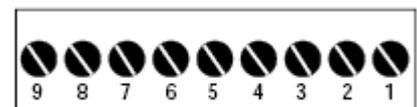
La dénomination des signaux est faite par rapport au port coté DTE.



Connexion	Direction	Nom	Description
Sub-D 9 broche N°1	Sortie	DCD	Data Carrier Detect
Sub-D 9 broche N°2	Sortie	RD	Receive Data (Réception Donnée)
Sub-D 9 broche N°3	Entrée	TD	Transmit Data (Emission Donnée)
Sub-D 9 broche N°4	Entrée	DTR	Data Terminal Ready
Sub-D 9 broche N°5	–	SG	Masse
Sub-D 9 broche N°6	Sortie	DSR	Data Set Ready
Sub-D 9 broche N°7	Entrée	RTS	Request To Send
Sub-D 9 broche N°8	Sortie	CTS	Clear To Send
Sub-D 9 broche N°9	Sortie	RI	Ring Indicator

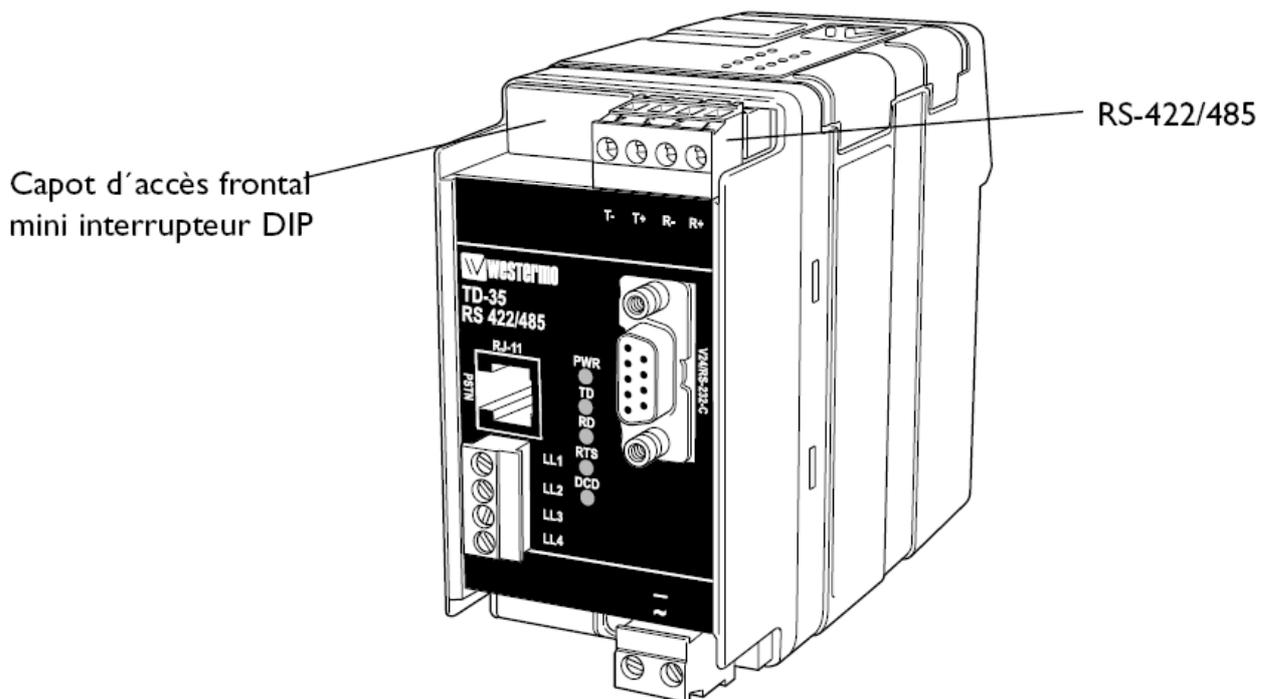
RS-232 (DCE) pour TD-35 LV et TD-35 HV

Bornier de raccordement (dans le cas où on n'utiliserait pas le port DB-9 RS-232).

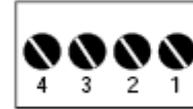


Connexion	Direction	Nom	Description
Bornier 9 positions: borne 1	–	SG	Masse
Bornier 9 positions: borne 2	Sortie	DSR	Data Set Ready
Bornier 9 positions: borne 3	Entrée	DTR	Data Terminal Ready
Bornier 9 positions: borne 4	Sortie	DCD	Data Carrier Detect
Bornier 9 positions: borne 5	Sortie	CTS	Clear To Send
Bornier 9 positions: borne 6	Entrée	RTS	Request To Send
Bornier 9 positions: borne 7	Sortie	RD	Receive Data (Réception Donnée)
Bornier 9 positions: borne 8	Entrée	TD	Transmit Data (Emission Donnée)
Bornier 9 positions: borne 9	Sortie	RI	Ring Indicate

TD-35 RS-422/485LV (utilisé pour le projet *Sahel*) :



**RS-422/485 uniquement pour
TD-35 RS-422/485 LV**



Connexion	Direction	Description
Bornier 4 positions : borne 1	Entrée	RS-422 Réception R+
Bornier 4 positions : borne 2	Entrée	RS-422 Réception R-
Bornier 4 positions : borne 3	Sortie/Entrée	RS-485 / RS-422 Emission T+
Bornier 4 positions : borne 4	Sortie/Entrée	RS-485 / RS-422 Emission T-

Indicateurs de statut LED

PWR	LED Allumée LED Eteinte	Alimentation active Pas d'alimentation
TD	LED Allumée LED Eteinte	Transmission de donnée en cours Aucune Transmission
RD	LED Allumée LED Eteinte	Réception de données en cours Aucune Réception
DCD	LED Allumée LED Eteinte	Signal DCD Actif Signal DCD Inactif

Configuration

Interrupteurs DIP (Switches)

Les Interrupteurs DIP se trouvent sous le capot supérieur et frontal de l'équipement. Ils permettent la configuration du modem

Remarque

Lorsque la configuration est réalisée par les interrupteurs DIP, la prise en compte de celle-ci est effective après avoir éteint et rallumé le modem.

Toute autre commande de configuration définie par la suite au cours du fonctionnement normal, ira modifier la configuration initiale des interrupteurs DIP. Cependant, à la mise sous tension seule la configuration par interrupteurs DIP est prioritaire.

SW 2

Vitesse et Format port série

	Autobaud		115 200 bit/s
	300 bit/s		7N, 2 stop bits
	600 bit/s		7E
	1 200 bit/s		7O
	2 400 bit/s		8N
	4 800 bit/s		8E
	9 600 bit/s		8O
	19 200 bit/s		Direct Mode 8E or 8O
	38 400 bit/s		Direct Mode 7E, 7O or 8N
	57 600 bit/s		2 stop bits

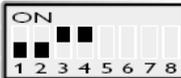
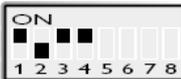
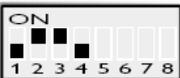
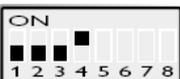
SW 3

Commandes AT spécifiques

	RTS/CTS Activation contrôle de flux AT&K3		Moniteur de ligne désactivé et pas de re-training AT%E0
	Mode REL désactivé AT\N0		DTR/DSR déconnectés AT&S0&D0&C0
	Configuration API ATQ1E0&C1&K0&A1		Séquence Echap. désactivée ATE0Q1&C1
	ATX3 (se reporter à ATXn)		Raccrochage désactivé AT&A1

SW 4

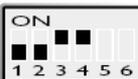
Modulation de ligne

	Utilise les paramètres sauvegardés		V32bis; 14 400 bit/s
	V21; 300 bit/s		V34; 19 200 bit/s
	V22; 1.200 bit/s		V34; 24 400 bit/s
	V.22bis; 2 400 bit/s		V34; 28 800 bit/s
	V32bis; 4 800 bit/s		V34; 33 600 bit/s
	V32bis; 7 200 bit/s		Mode Auto Détect
	V32bis; 9 600 bit/s		Activation Ligne Mode 4 fils
	V32bis; 12 000 bit/s		Activation RS-422/485

Positions 5 et 6 non utilisées

SW 5

Terminaison RS-422/485

	Terminaison RS-422		Terminaison RS-485		RS-485 Activée		RS-422 Activée
---	--------------------	---	--------------------	--	----------------	---	----------------

Configuration Usine

	S1		S2		S3		S4		S5
---	----	---	----	---	----	--	----	---	----

Techniques de modulation

DPSK Differential Phase Shift Keying. Utilisé pour les débits de données allant jusqu'à 4800 bit/s.

FSK Frequency Shift Keying. Utilisé pour les plus bas standards de débits de données.

QAM Quadrature Amplitude Modulation. Technique utilisée pour débits de données allant jusqu'à 9600 bit/s.

TCM Trellis Coded Modulation. Utilisé pour modulations à haut débit.

Annexe 4

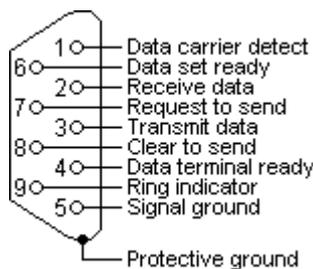
Connecteur 9 broches mâles (ordinateur ou DTE) :

Broche	Signal	Type	Utilisation
1	DCD	Entrée	Data Carrier Detect : Indique au DTE qu'une porteuse de données valide a été détectée, et donc que le modem est correctement relié à un modem correspondant au travers du RTC.
2	RD	Entrée	Received Data: donnée reçue (par le DTE).
3	TD	Sortie	Transmitted Data: donnée émise (par le DTE).
4	DTR	Sortie	Data Terminal Ready: le passage au 1 logique indique à l'autre équipement que l'on souhaite communiquer. Dans le cas d'un modem, cela prépare celui-ci à se connecter à une ligne téléphonique, et une fois connecté, à le rester.
5	SG		Signal Ground: la masse. Référence nécessaire à toute mesure de tension
6	DSR	Entrée	Data Set Ready: Indique que le modem s'occupe de sa liaison RS-232, ce qui est le cas la plupart du temps. La seule exception possible (programmable sur certains modems) est que cette ligne repasse à '0' le temps de l'émission d'un appel et de la négociation du protocole.
7	RTS	Sortie	Request To Send: Indique que le DTE est prêt à recevoir, même si la traduction littérale est « demande d'émission ».
8	CTS	Entrée	Clear To Send : Indique que le modem est prêt à recevoir, même si la traduction littérale est « autorisé à émettre ».
9	RI	Entrée	Ring Indicator: Indique au DTE que la ligne téléphonique à laquelle le modem est relié est en train de sonner. Ce signal passe à '1' à chaque sonnerie, puis repasse à 0, ce qui permet au DTE de comptabiliser les sonneries.

- **RI** : On ne transmet que le passage de 1 à 0 de cette ligne, étant donné que le passage de 0 à 1 a forcément eu lieu environ une seconde auparavant. Le signal de cette transition est effectué par l'émission, à la suite, des caractères 'R', 'I', 'N', 'G', <retour chariot>, ce qui, pour toute personne lisant ce que le modem transmet se traduit par le message « RING » (sonnerie).

- **DCD** : Le passage de 0 à 1 de la ligne est signalé par l'émission du message « CARRIER xxx », où 'xxx' note la vitesse de la porteuse, en bits par seconde. D'autres messages sont souvent émis à cette occasion : citons 'CONNECT xxx' (vitesse sur la liaison RS-232), « PROTOCOL xxx » (type du protocole) ou « COMPRESSION nnn » (type de compression). Le passage de 1 à 0 est transmis par le message « NO CARRIER ».
- **DTR et DSR** : Ces lignes sont gérées un peu différemment des autres, en ce sens qu'elles ont une valeur par *défaut*, qui est 1. Lors qu'elles doivent passer à 0, on effectue alors un *break* par une violation du protocole série sur la ligne de données. Ceci empêche la transmission de caractères pendant toute la durée du break, mais comme le passage à 0 de la ligne signifie que l'émetteur du break ne s'intéresse plus à la liaison, cela n'a pas d'importance. On distingue deux types de break, selon leur durée : le break court (< 250ms) et le break long (> 250ms). La réaction d'un modem à ces deux événements est général programmable, mais souvent configurée pour, dans le cas court, causer un retour du mode connecté au mode commande (plus rapide qu'une séquence « +++ ») ou, dans le cas long, forcer un raccrochage de la ligne (plus rapide qu'un « +++ » suivi d'un « ATH »).

RS232 DB9 pinout



Connecteur 9 broches femelles (modem ou DCE) :

Broche	Signal	Type	Utilisation
1	DCD	Sortie	Data Carrier Detect : Indique au DTE qu'une porteuse de données valide a été détectée, et donc que le modem est correctement relié à un modem correspondant au travers du RTC.
2	TD	Sortie	Transmitted Data: donnée émise (par le DTE).

3	RD	Entrée	Received Data: donnée reçue
4	DTR	Entrée	Data Terminal Ready: le passage au 1 logique indique au modem que l'on souhaite communiquer. Cela prépare celui-ci à se connecter à une ligne téléphonique, et une fois connecté, à le rester.
5	SG		Signal Ground: masse de référence des signaux (0V)
6	DSR	Sortie	Data Set Ready: Indique que le modem s'occupe de sa liaison RS-232, ce qui est le cas la plupart du temps. La seule exception possible (programmable sur certains modems) est que cette ligne repasse à '0' le temps de l'émission d'un appel et de la négociation du protocole.
7	CTS	Entrée	Clear To Send : Indique que le DTE est prêt à recevoir, même si la traduction littérale est « autorisé à émettre ».
8	RTS	Sortie	Request To Send: Indique que le modem est prêt à recevoir, même si la traduction littérale est « demande d'émission ».
9	RI	Sortie	Ring Indicator: Indique au DTE que la ligne téléphonique à laquelle le modem est relié est en train de sonner. Ce signal passe à '1' à chaque sonnerie, puis repasse à 0, ce qui permet au PC de comptabiliser les sonneries.

Attention :

La dénomination des signaux RS-232 se fait, dans certaines documentations, par rapport au port du DTE, et ce que l'on soit du coté connecteur DTE ou du coté connecteur DCE ! Donc toujours vérifier dans la documentation la direction des signaux, c'est ce qui permet de se retrouver.

Voici un exemple de ce cas-ci, tiré du Manuel du Modem Westermo :

Connexion	Direction	Nom	Description
Sub-D 9 broche N°1	Sortie	DCD	Data Carrier Detect
Sub-D 9 broche N°2	Sortie	RD	Receive Data (Réception Donnée)
Sub-D 9 broche N°3	Entrée	TD	Transmit Data (Emission Donnée)
Sub-D 9 broche N°4	Entrée	DTR	Data Terminal Ready
Sub-D 9 broche N°5	–	SG	Masse
Sub-D 9 broche N°6	Sortie	DSR	Data Set Ready
Sub-D 9 broche N°7	Entrée	RTS	Request To Send
Sub-D 9 broche N°8	Sortie	CTS	Clear To Send
Sub-D 9 broche N°9	Sortie	RI	Ring Indicator

Annexe 5

Trois variantes de module avec des physiques d'interface différentes sont disponibles pour permettre l'adaptation à la physique du correspondant (voir le tableau 1-1).

Tableau 1-1 Variantes du CP 340

Module	Référence de commande	Interface intégrée
CP 340-RS 232C	6ES7 340-1AH01-0AE0	Interface RS 232C
CP 340-20mA TTY	6ES7 340-1BH00-0AE0	Interface TTY 20 mA
CP 340-RS 422/485	6ES7 340-1CH00-0AE0	Interface X27 (RS 422/485)

Tableau 1-2 Fonctions des variantes du CP 340

Fonction	CP 340- RS 232C	CP 340- 20mA TTY	CP 340-RS 422/485	
			RS 422*	RS 485*
pilote ASCII	oui	oui	oui	oui
Manipulation des signaux d'accompagnement RS 232C	oui	non	non	non
Commande/lecture des signaux d'accompagnement RS 232C avec des FB	oui	non	non	non
Contrôle de flux avec RTS/CTS	oui	non	non	non
Contrôle de flux avec XON/XOFF	oui	oui	oui	non
Procédure 3964(R)	oui	oui	oui	non
Pilotes d'imprimante	oui	oui	oui	oui
Contrôle de flux avec RTS/CTS	oui	non	non	non
Contrôle de flux avec XON/XOFF	oui	oui	oui	non

Le

* La distinction entre RS 422 et RS 485 est réalisée par paramétrage.

processeur CP 340 permet de réaliser un couplage point-à-point avec des modules SIMATIC et des produits d'autres marques :

- SIMATIC S5 via le pilote 3964(R) avec une cartouche interface appropriée côté S5
- Terminaux de saisie Siemens de la gamme ES-2 via un pilote 3964(R)
- MOBY I (ASM 420/421, SIM), MOBY L (ASM 520) et station de lecture ES 030K via un pilote 3964R
- SIMOVERT et SIMOREG (protocole USS) via le pilote ASCII (CP 340-RS 422/485) avec une adaptation de protocole correspondante à l'aide d'un programme STEP 7

- PC via la procédure 3964(R) (il existe pour cela des outils de développement pour la programmation sur PC : PRODAVE DOS 64R (6ES5 897-2UD11) pour MS-DOS, PRODAVE WIN 64R(6ES5 897-2VD01) pour Windows ou le pilote ASCII)
 - Lecteur de code à barres via un pilote 3964(R) ou un pilote ASCII
 - API d'autres marques via le pilote 3964(R) ou le pilote ASCII
 - Autres appareils à structures de protocole simples avec le pilote ASCII moyennant une adaptation de protocole
 - Autres appareils disposant également du pilote 3964(R)
 - Imprimante (HP-Deskjet, HP-Laserjet, Postscript, Epson, IBM)
- Vous trouverez une récapitulation détaillée des modules SIMATIC à l'annexe C. Le CP 340 est aussi utilisable dans une station de périphérie décentralisée ET 200M (IM 153).
- Un pilote ASCII qui se trouve sur la dernière version « *Configuration Package for Point to Point Communication* » sera installé avec SIMATIC Manager pour pouvoir commander la transmission des données en protocole Modbus RTU.

Annexe 6



Figure : Présentation extérieure du PC Adapter USB

Le PC Adapter USB est compatible avec l'USB V1.1 et satisfait aux spécifications requises pour un appareil USB "Low-Powered". Le mode d'économie d'énergie est pris en charge par le PC Adapter USB (Hibernate Mode).

Fonction

Le PC Adapter USB relie via une interface USB un PC à l'interface MPI/DP d'un système d'automatisation S7/M7/C7.

Un emplacement dans le PC n'est pour cela pas nécessaire, l'adaptateur peut donc être utilisé pour des PC non extensibles, comme par exemple des Notebooks.



Note

Un seul PC Adapter USB peut être utilisé avec un PC.

Performances

Le PC Adapter USB peut être connecté à des réseaux MPI et PROFIBUS. A partir de la version de firmware V1.1, le PC Adapter USB peut aussi être exploité sur des réseaux homogènes PPI.

Le tableau suivant montre les vitesses de transmission par type de réseau prises en charge par le PC Adapter USB.

Vitesse de transmission	MPI	PPI	PROFIBUS			
			DP	Standard	Universel	Spécification par l'utilisateur
9600 bit/s	-	✓	✓	✓	✓	✓
19200 bit/s	✓	✓	✓	✓	✓	✓
45450 bit/s	-	-	✓	✓	-	✓
93750 bit/s	-	-	✓	✓	✓	✓
187500 bit/s	✓	✓	✓	✓	✓	✓
500 kbit/s	-	-	✓	✓	✓	✓
1500 kbit/s	✓	-	✓	✓	✓	✓

Tableau : profils de bus et vitesses de transmission

Alimentation

Le PC Adapter USB est alimenté par le système d'automatisation via le câble MPI fourni. Il ne requiert qu'une tension 24 V.

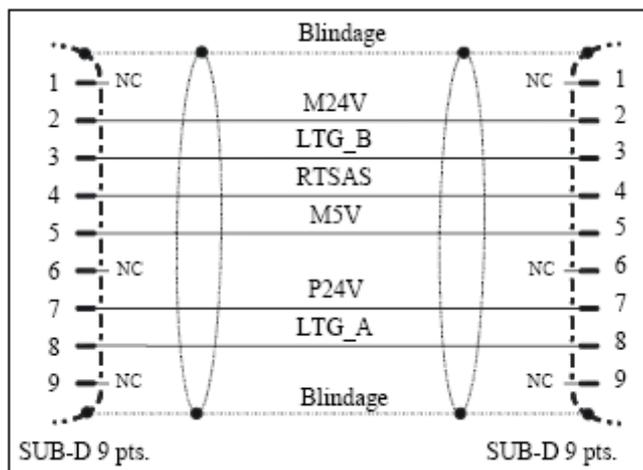


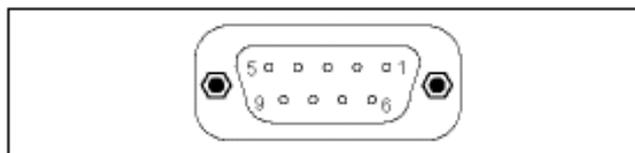
Figure : Câble MPI (0,3 m)

Interface MPI/DP

Brochage du connecteur

Le brochage du connecteur femelle MPI/DP est le suivant

Description du signal

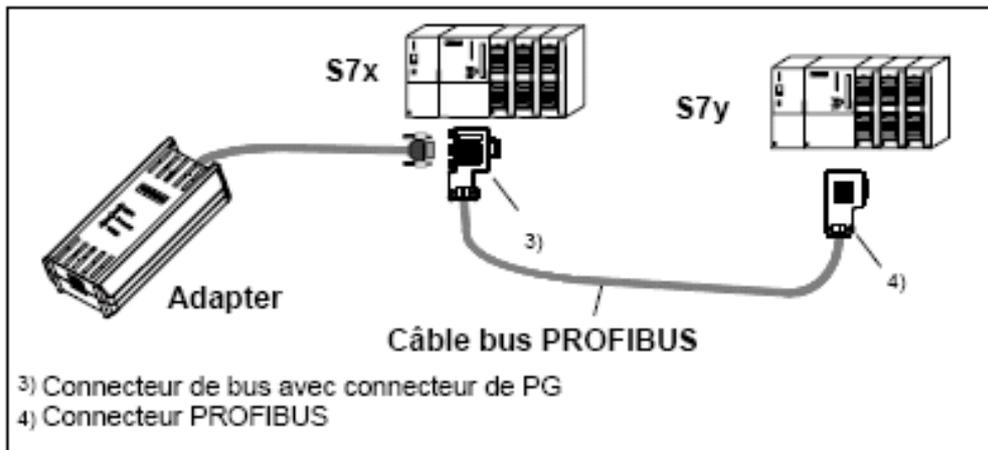


Numéro de broche	Désignation abrégée	Signification	Entrée/sortie
1	NC	non utilisée	–
2	M24V	Conducteur 0V appartenant à l'alimentation 24 V, alimenté via l'électronique de l'adaptateur/du convertisseur CC/CC (étendue du potentiel AS)	Entrée
3	LTG_B	Conducteur de données B	Entrée/sortie
4	RTS_AS	RTSAS, signal de commande du flux de données de réception. Le signal est à "1" lorsque l'AS directement connecté émet.	Entrée
5	M5V	Potentiel de référence de l'interface MPI/DP pour les signaux RTS_AS et RTS_PG	Entrée
6	P5V	non utilisée	
7	P24V	Conducteur +24 V appartenant à l'alimentation 24 V, alimenté via l'électronique de l'adaptateur/du convertisseur CC/CC (étendue du potentiel AS)	Entrée
8	LTG_A	Conducteur de données A	Entrée/sortie
9	RTS_PG	Signal de sortie RTS de l'adaptateur. Le signal est à "1" lorsque l'adaptateur émet. Le signal n'est pas contenu dans le câble MPI de 0,3 m !	Sortie
Blindage		sur le boîtier*	

* Le blindage est relié à la prise USB via le module électronique de l'adaptateur.

Utilisation dans un système mis en réseau

La figure suivante vous montre la connexion à un système S7 mis en réseau (réseau MPI/DP avec 2 partenaires ou plus).



Après une installation sans erreur et le paramétrage de l'interface PG/PC, on peut communiquer à l'aide de votre logiciel SIMATIC avec votre automate programmable.

Résumé

Notre projet s'intègre dans le cadre d'une demande de présentation des techniques et équipements Siemens pour la télégestion, principalement pour le client Naftal. Notre partie de ce séminaire consiste en une application pratique d'un système de télétransmission sur l'exemple de la canalisation du GPL Skikda – Khroub. Ce système devra permettre la visualisation en temps réel des données du pipeline et des terminaux GPL à partir d'un centre de supervision situé à Alger.

Summary

Our project is included in a request of presentation of some Siemens techniques and equipments for remote control, mainly for the client Naftal. Our part of this seminary consists in an application of data communication system on the Skikda – Khroub LPG pipeline example. This system will allow pipeline and LPG terminals data visualization, in real time, from a supervision center situated in Algiers.

ملخص

مشروعنا هذا محتوى في طلب عرض تقنيات و أجهزة سيمنس للتحكم من بعد, خاصة للزبون ناقتال. جزؤنا من هذا العرض يتشكل في عمل تطبيقي لتقنية بعث معطيات على مثال قنوات غاز البروبان الممييه بين سكيكدة و الخروب. هذه التقنية سوف تسمح ملاحظة المعطيات المنقولة في الوقت الحالي, و ذلك في مركز المراقبة بالجزائر العاصمة.