

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

*Ministère de l'Enseignement supérieur  
et de la Recherche Scientifique*



Faculté de Génie électrique et d'informatique

Département : Electronique



## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en électronique

Option : Communication

THÈME :

INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE  
MESURE DU NIVEAU ET DE  
TEMPÉRATURE AU NIVEAU DE  
L'ENGTP.

Réalisé par :

Ø SADAQUI Lamia  
Ø OUBAHRI Leila

Encadrés par :

Ø M<sup>r</sup> AIT BACHIR Yousef (UMMTO)  
Ø M<sup>r</sup> BEN OUADAH Mustapha (ENGTP)  
Ø M<sup>r</sup> AZEZDA Toufik (ENGTP)

2011/2012

# Remerciement

*Nous remercions tout d'abord par excellence sa grandeur « le bon dieu », qui nous a donné le courage et la patience tout au long de notre vie.*

*Nos premiers remerciements vont à notre promoteur **M' AIT BACHIR Youcef**, qui a veillé sur le bon déroulement de ce travail avec ses conseils et ses remarques constitutives. Ainsi qu'à nos Co-promoteurs **M' BENOUDAH Mustapha** et **M' AZEZDA Toufik** qui ont été à la hauteur de leurs nobles tâches, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour leurs explications, pour leurs précieux conseils, pour leurs esprits d'ouverture et leurs disponibilités.*

*Nos remerciements s'adressent également au personnel de la direction **ENGINEERING** de l'**ENGTP** surtout à l'équipe du département **Electricité/ Instrumentation** avec qui nous avons pu nous intégrer facilement et travailler dans une meilleure ambiance.*

*Un remerciement spécial à **M' AMAR**.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à tous le personnel du port d'**ALGER** et à ceux de **NAFTAL** qui étaient très gentils et qui nous ont mis dans des meilleures conditions de travail.*

*Tous nos infinis remerciements vont à tous les enseignants qui ont collaboré à notre formation universitaire, pour le riche savoir qu'ils nous ont transmis avec rigueur et dévouement surtout **M' KANANE**.*

*Notre respect aux membres de jury, qui nous feront l'honneur d'accepter et de juger ce modeste travail, et d'apporter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.*

*Enfin, nous tenons à remercier également toute personne ayant Contribuée de près ou de loin afin de mener ce projet à terme.*



# Dédicace

*Ce présent travail est un résultat de grands sacrifices, de recherche de planification, de fatigue et de patience, et c'est la fin de plusieurs années d'études, de travail et de navettes.*

*Je dédie ce fruit à ceux qui m'ont aidé et sans leurs soutient ce travail n'aurait jamais vue le jour à :*

- ☉ *Allah qui m'a donné le courage et la force et qui m'a toujours orienté vers le bon sens.*
- ☉ *Moi-même pour les efforts faits et pour les moments difficiles vécus.*
- ☉ *A la mémoire de mon cher grand père le grand moudjahid **SADAoui Mohand oulhadj.***
- ☉ *ma chère grande mère **OUNISSA** à qui je souhaite une longue vie.*
- ☉ *A ceux qui sont la source de mon inspiration, à qui je dois de l'amour : mes chers parents **KHALED** et **SALIHA** qui m'ont tout donné pour que je puisse suivre mes études dans des bonnes conditions.*
- ☉ *A mon très cher frère **OMAR** que dieu le garde pour moi.*
- ☉ *A mes sœurs **NAIMA, LYNDA, CHAFIA, SOUAD, OUNISSA.***
- ☉ *A mes beaux frères **NABIL** et **RACHID.***
- ☉ *A mon neveu **YANIS.***
- ☉ *A mes tantes **MALIKA, ZAHRA, DJIDA** ainsi leurs familles.*
- ☉ *A la personne à qui je dois de la reconnaissance et sans elle ce stage n'aurait jamais vue le jour Mr **ILLILES LOUNES.***
- ☉ *A ma cousine **DALILA RABHI.***
- ☉ *A l'équipe de l'administration de Hasnaoua 3 : **KAHINA** et toutes ces copines.*
- ☉ *Au représentant de Rosemount EMERSON à l'ENGTP Mr **MOURAD BERKANI.***
- ☉ *A mes cousins **KACI LYES** et **BOUSSAD.***
- ☉ *A tous mes amies surtout **HAKIMA, SALIM** pour leurs aide et leurs soutient.*
- ☉ *A ma binôme **LEILA** ainsi que toute sa famille.*

**SADAoui LAMIA.**

# DEDICACE

*J'ai toujours **souhaité offrir** quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont sacrifié, juste pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue par la grâce de dieu.*

*A **ceux** qui sont la source de mon **inspiration** et de mon **courage**, à qui je dois de l'**amour** et de la **gratitude**.*

*A **ceux** qui m'ont donné la **vie**, symbole de bonheur et de fierté*

- ☉ A la mémoire de mon cher **papa** que dieu ai son âme.
- ☉ A ma chère **maman** qui a fait de moi ce que je suis, que dieu la garde pour moi.
- ☉ A ma grand-mère symbole de sagesse et de patience.
- ☉ A mes frères : **KAMEL** et **HAKIM**.
- ☉ A mes sœurs : **NADIA**, **KARIMA**, **DJAMILA** et **NACERA**.
- ☉ A mon cousin : **AREZKI**.
- ☉ A mes neveux : **AGHILES**, **MOHAMED** et **ABDAREHMANE**.
- ☉ A ma chère nièce : **MERIEM**.
- ☉ A mes beaux frères : **BACHIR** et **HOCINE**.
- ☉ A mes chers professeurs, qui m'ont encouragé tout au long de mon parcours.
- ☉ A mes **amis (es)** sans exception.
- ☉ A ma chère amie **LAMIA** ainsi que sa famille.

*A tous ceux la, je dédie ce modeste travail.*

**OUBAHRI Leila**

## *Sommaire*

<b>Introduction générale</b> .....	01
<b>Chapitre I : Description de l'unité.</b>	
I.1. Présentation de l'entreprise portuaire NAFTAL.....	03
I.2. Présentation de l'entreprise ENGTP.....	03
I.2.1. Implantation de l'ENGTP.....	04
I.2.2. Les points forts de GTP.....	05
I.2.3. Les métiers de GTP.....	05
I.2.4. Réalisations à l'étranger.....	05
I.2.5. Principaux partenaires de GTP.....	06
I.2.6. Organigramme de l'entreprise ENGTP.....	07
I.2.6.1. Direction ENGINEERING.....	08
I.2.6.2. Département Electricité/ Instrumentation.....	08
I.3. Présentation générale du projet.....	09
I.3.1. Le lieu.....	09
I.3.2. Conditions climatique.....	09
I.3.3. Description des installations du port avant le traitement du projet.....	09
I.4. Sécurité .....	10
I.4.1. Sécurité intrinsèque.....	10
I.4.2. Sécurité contre les risques d'explosion.....	10
I.5. Directives ATEX et classification des zones.....	11
I.5.1. La norme ATEX.....	11
I.5.2. Les environnements ATEX.....	11
I.5.2.1. Zones ATEX les substances inflammables.....	11
I.5.2.2. Classification des zones.....	12
I.5.2.3. Groupes de gaz.....	13
I.5.2.3. Classement en température.....	13

## Chapitre II : Description du système TankRadar REX.

II.1. Configuration de la nouvelle installation .....	14
II.1.1. Infrastructures et annexes.....	16
II.2. Les capteurs.....	19
II.2.1. Définition.....	19
II.3. Mesure de niveau .....	20
II.3.1. Exemples de mesure avec contact.....	21
II.3.1.1. Mesure de niveau capacitive .....	21
II.3.2.2 Mesure de niveau à flotteur.....	21
II.3.2. Exemples de mesure de niveau avec contact.....	22
II.3.2.1. Mesure de niveau ultrasonique.....	22
II.3.2.2. Mesure de niveau par radar .....	23
II.4. Partie instrumentation.....	24
II.4.1. Description du système TankRadar REX.....	26
II.4.2. Description de l'appareil Rex RTG.....	26
II.4.2.1. Présentation.....	26
II.4.2.2. Description du 3900 Rex.....	27
II.4.2.3. Electronique de la tête transmettrice.....	28
II.5. Types d'antennes.....	29
II.5.1. Le jaugeur à antenne conique, RTG 3920.....	29
II.5.2. Le jaugeur pour puits de tranquillisation, RTG 3950.....	30
II.5.3. Le jaugeur GPL/ LNG, RTG 3960.....	30
II.5.4. Le jaugeur à antenne parabolique, RTG 3930.....	31
II.5.4.1. Le principe de mesure du jaugeur radar REX RTG 3930.....	32
II.6. Mesure de température.....	33
II.6.1. Types de sondes de température.....	34
II.6.1.1. Les thermistances (CTP ou CTN).....	34

II.6.1.2. Les pyromètres optiques.....	34
II.6.1.3. Les thermocouples.....	35
II.6.1.4. Les thermomètres à résistance de platine.....	36
II.6.1.5. La sonde de température multipoints.....	37
II.7. L'unité d'affichage déporté RDU 40.....	38
II.7.1. Présentation.....	38
II.7.2. Connexion de la RDU au RTG .....	38
II.7.3. Données disponibles.....	39
II.8. Partie communication.....	40
II.8.1. Modem pour bus de terrain, FBM 2180.....	40
II.8.2. Terminal de visualisation ou PC.....	40
II.8.3. Les protocoles de communication.....	41
II.8.3.1. L'interface série RS232.....	42
II.8.3.2. Protocole modbus.....	43
II.8.3.2. Le bus TRL/2.....	45
 <b>Chapitre III : Montage mécanique et raccordement électrique du système REX.</b>	
III.1. Installation mécanique du système.....	46
III. 1.1. Installation mécanique des jaugeurs REX RTG 3930.....	46
III.1.1.1. Inclinaison.....	46
III.1.1.2. Exigences en matière d'espace libre.....	48
III.1.1.3. Manchette.....	48
III.1.1.4. Installation recommandé.....	49
III.1.1.5. Montage du guide-bride T30.....	49
III.1.1.6. Montage de l'antenne.....	50
III.1.2. Montage de la RDU 40.....	57
III.1.3. Installation de la sonde de température ou (MST).....	59
III.2. Installation électrique du système.....	60

III.2.1. Schéma de raccordement du système.....	60
III.2.2. Câblage d'alimentation.....	62
III.2.3. Câblage du bus TRL/2.....	62
III.2.4. Mise à la terre.....	62
III.2.5. Installation électrique des jaugeurs REX.....	63
III.2.5.1. Raccordement du jaugeur radar 3930.....	63
III.2.5.2. Alimentation du jaugeur REX.....	66
III.2.6. Raccordement de la RDU 40.....	67
III.2.7. Raccordement de la sonde de température.....	68
III.2.7.1. Raccordement des capteurs de température.....	68
III.2.7.2. Elément ponctuels de mesure moyenne/ multipoints.....	68
III.2.8. Résumé du raccordement de la sonde et la RDU au jaugeur RTG.....	70
III.2.9. Raccordement au PC.....	70
III.2.10. Raccordement du modem (FBM2180).....	70

#### **Chapitre IV : Logiciel de supervision et de simulation TankMaster.**

IV.1. Tank Master.....	73
IV.1.1. Les avantages de Tank Master.....	73
IV.1.2. Installation d'un système de jaugeage de réservoirs.....	73
IV.1.3. Paramètres d'inventaire.....	74
IV.1.3.1. Traitement des alarmes.....	74
IV.1.3.2. Rapports.....	74
IV.1.3.3. Sauvegarde.....	75
IV.2. Méthode de configuration.....	75
IV.2.1. WinSetup.....	75
IV.2.1.1. Configuration d'un radar.....	75
IV.2.1.2. Configuration d'un Bac.....	82
IV.2.1.3. Affichage des paramètres d'un Bac.....	87

IV.2.2. WinOpi.....	90
IV.2.2.1. Configuration d'un produit.....	90
IV.2.2.2. Configuration des alarmes.....	91
IV.2.2.3. Configuration d'un rapport.....	93
IV.2.2.4. Vue d'un Bac et la configuration de la vue d'un groupe.....	95
IV.2.2.5. Ajouter des nouveaux paramètres.....	96
IV.2.2.6. Diagramme à barres de groupes.....	98

### **Chapitre v : Problèmes, solutions et résultats.**

V.1 Problème 1.....	100
V.2 Problème 2.....	101
V.3 Problème 3.....	102
V.4 Problème 4.....	104
<b>Conclusion générale</b> .....	106
<b>Bibliographie</b> .....	108
<b>Annexe 01</b> .....	110
<b>Annexe 02</b> .....	110
<b>Annexe 03</b> .....	111
<b>Annexe 04</b> .....	111
<b>Annexe 05</b> .....	112
<b>Annexe 06</b> .....	113
<b>Annexe 07</b> .....	114
<b>Annexe 08</b> .....	115
<b>Annexe 09</b> .....	116
<b>Annexe 10</b> .....	117

- RTG** : Jaugeur radar pour réservoirs.
- TRL** : TankRadar L (Première génération).
- REX** : Marque du matériel Tank Radar.
- TM** : TankMaster.
- MST** : Sonde multipoints.
- RDU** : Unité d'affichage déportée.
- FBM** : Modem pour bus de terrain.
- TH** : Tête transmettrice.
- THE** : Electronique de la tête transmettrice.
- API** : American Petroleum Institute.
- SNCC** : Système numérique de contrôle commande.
- FMCW** : Onde continue à fréquence modulée.
- FSK** : Par déplacement de fréquence.
- IHM** : Interface homme-machine.
- SI** : Sécurité intrinsèque.
- ISO** : International Standard Organisation.
- BJ** : Boîte de jonction.
- SCADA** : Supervisory Control and Data Acquisition System.
- FCC** : Carte de communication de terrain.
- TIC** : Carte d'interface d'émetteur.
- TMC** : Carte multiplexeur d'émetteur.
- TRC** : Carte transformateur-redresseur.
- PCB** : Carte à circuit imprimé.
- APC** : Carte de traitement analogique.
- ROC** : Carte sortie relais.
- TÜV** : Technischer Überwachungs-Verein.
- WHG** : Réglementation allemande.

# Introduction

# générale



L'Algérie comme la majorité des pays en voie de développement est un pays rentier car toute son économie est basée sur l'extraction des hydrocarbures du sol. Ensuite les hydrocarbures sont transformés en plusieurs matières premières dont le Bitume, objet de notre projet.

Le bitume : est un liquide visqueux ou solide, composé essentiellement d'hydrocarbures et de ses dérivés, il est en grande partie non volatile et se ramollit progressivement quand il est exposé à une température très élevée. Il est obtenu soit par raffinage du pétrole, à l'état naturel ou comme composant naturel de l'asphalte.

Dans le liquide il est associé à une matière minérale, il est utilisé dans plusieurs domaines : les routes, aéroports surtout pour les aires de stationnement pour avions, aires portuaires, sols industrielles, étanchéité d'ouvrages et de toitures, etc....

Il est généralement stocké dans des centres de stockage bitume dans des réservoirs.

NAFTAL, qui est une firme d'hydrocarbures détient au port d'Alger un centre de stockage du nom de : Centre de stockage Bitume 16<sup>E</sup>.

Dans le travail quotidien de cette entreprise, il est très important de faire des mesures de niveau et de température du liquide pour connaître la quantité exacte de ce dernier en vrac dans les réservoirs de stockage ainsi que sa température.

### **Problématique :**

NAFTAL utilise pour la mesure de niveau un système manuel qui demande de monter vers les bacs et faire rentrer une jauge manuelle (qui est une réglette graduée ayant un lest d'ancrage au dessous) dans un trou de jaugeage et guidée à l'aide d'un tube de guidage pour la laisser tendue jusqu'à ce qu'elle touche le fond du bac, l'utilisateur l'enlève ensuite et fait une lecture directe.

Une méthode pareille demande un effort de la part de l'utilisateur pour monter jusqu'au haut d'une dizaine de bacs chaque matin et chaque soir pour prendre à la fin des mesures avec une grande marge d'erreurs, sans oublier le risque quelle présente pour sa vie. Ainsi cette méthode est limitée à la mesure de niveau et ne répond pas aux autres fonctions telles que le contrôle des pertes ou la détection de fuites et protection anti-débordement ou tous les autres paramètres de gestion.

C'est le problème posé à l'entreprise nationale des grands travaux pétroliers (ENGTP) afin de trouver une solution.

### Solution proposée :

La solution proposée est de faire un système de télé-jaugeage automatique appelé **TankRadar Rex** de **Rosemount** pour une meilleure gestion de l'inventaire des réservoirs, il est doté de plusieurs fonctions permettant le contrôle, la détection de fuites, l'accès constant et en temps réel à des informations fiables et précises sur le contenu de ces bacs qui se traduit à la fin par une meilleure productivité, une sécurité accrue et une rentabilité plus élevée.

Ce sujet de mémoire de fin d'études porte sur le remplacement de l'ancien système manuel de NAFTAL par un autre système :

- Ü De contrôle et de commande pour le jaugeage des réservoirs qui peut s'interfacer avec différents capteurs tels que des capteurs de température et de pression de manière à créer un système d'inventaire complet.
- Ü Répond aux exigences les plus sévères en matière de performances et de sécurité, ayant une excellente fiabilité et une extrême précision.

La réalisation de ce projet sur terrain (au port) s'est faite par l'équipe de l'ENGTP.

Le présent travail s'articule autour de cinq chapitres :

- Ø Le premier chapitre porte sur la description des entreprises concernées par le projet et sur la description générale du chantier avant le traitement de ce projet.
- Ø La description des nouvelles infrastructures réalisées pour le projet et la description des équipements du système et leurs fonctionnements ainsi les protocoles de communication utilisés sont détaillés dans le deuxième chapitre.
- Ø Le troisième chapitre est consacré à l'installation mécanique et électrique du système Tank Radar Rex.
- Ø Le logiciel de supervision et de simulation est bien détaillé dans le quatrième chapitre.
- Ø Le dernier chapitre est consacré aux problèmes rencontrés, solutions et résultats.

Les avantages apportés par l'étude ainsi que la perspective sont discutées dans une conclusion générale.

# CHAPITRE I

## Description de l'unité



Dans ce présent chapitre nous allons présenter les entreprises concernées par le problème et par la solution, ainsi nous allons donner une présentation générale du cas au niveau du port avant le traitement de ce projet pour faire la nouvelle installation, et à la fin, parler de la classification des zones où sont manipulées des matières inflammables.

### I.1 Présentation de l'entreprise portuaire NAFTAL :

C'est une filiale de SONATRACH, elle représente le premier distributeur en ALGERIE des produits pétroliers, avec un personnel de 30000 agents en contribuant à hauteur de 51% de l'énergie finale en fournissant 10 millions de tonnes de produits pétroliers par an.

Elle dispose de plusieurs centres et dépôts de distribution et de stockage de carburants ou de différents produits pétroliers parmi eux :

Le centre de stockage BITUME au niveau du PORT D'ALGER.

### I.2 Présentation de l'entreprise ENGTP :

#### ✓ Historique de l'entreprise :

Elle s'appelle entreprise nationale de grands travaux pétroliers ENGTP et elle a connu plusieurs périodes importantes :

Ø En janvier 1968 : dans le souci de satisfaire les exigences liées au plan de développement de l'énergie SONATRACH a créé ALTRA avec la participation de (UIE PARIS).

(SONATRACH 51% et UIE PARIS 49%).

Ø En juillet 1972 : SONATRACH a racheté les actions de l'UIE PARIS et devient l'unique actionnaire dans le capital d'ALTRA.

Ø En 1978 : elle fut intégrée au sein de la division réalisation SONATRACH.

Ø En avril 1980 : et selon le décret présidentiel N°80-103 du 6 avril 1980, L'ENGTP fut créée sous forme d'entreprise nationale socialiste à caractère économique.

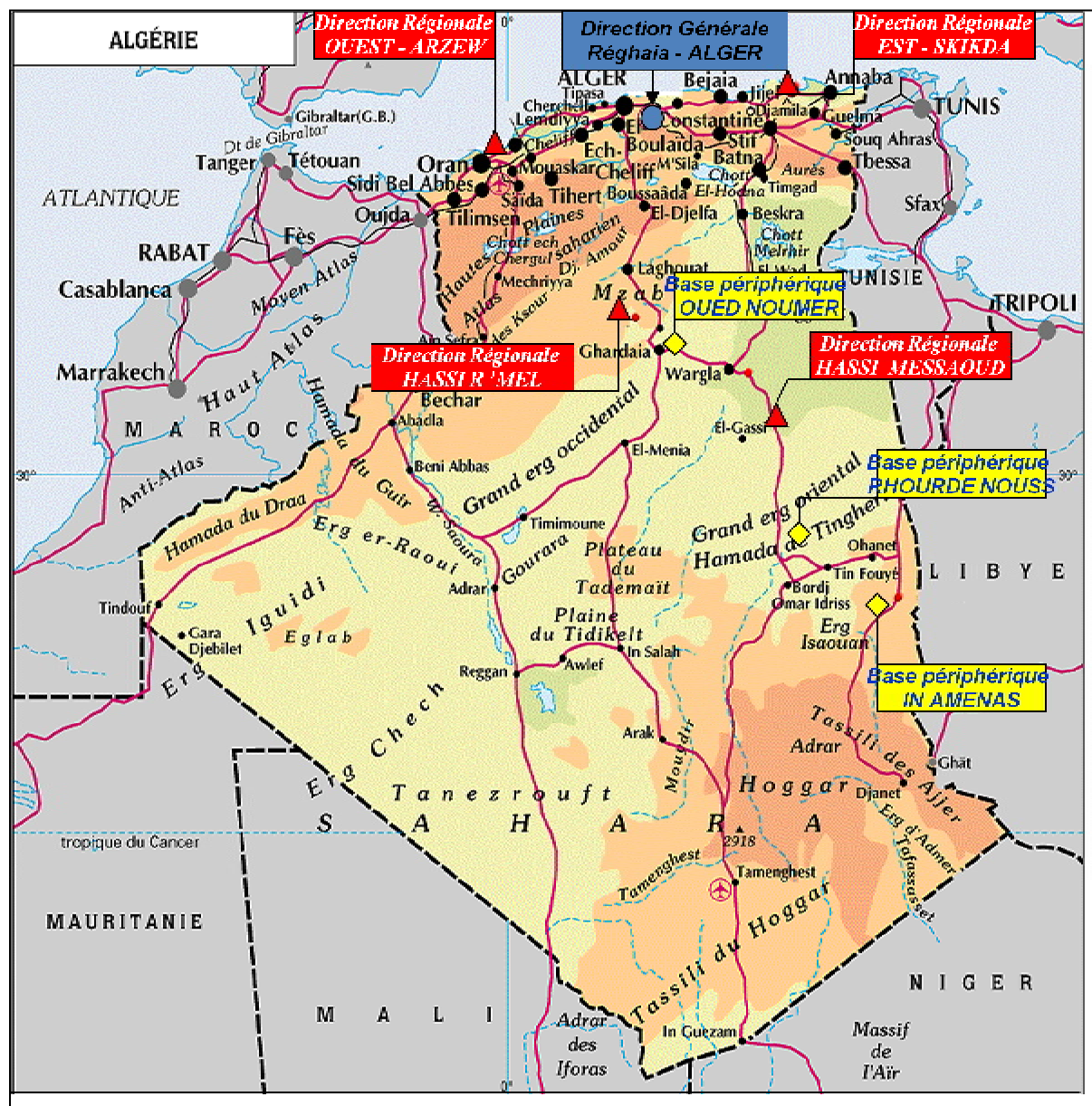
Ø En 1989 : l'ENGTP se transforme en EPE.

Ø En 1995 : après la dissolution des fonds de participation le holding public réalisation et grands travaux devient l'actionnaire principal de l'ENGTP.

Ø Le 17 décembre 2005 : GTP passe à une filiale à 100% de SONATRACH.

Ainsi l'ENGTP se classe parmi les premières entreprises nationales de construction offrant une gamme complète de services dans le domaine des hydrocarbures et de la pétrochimie.

I.2.1 Son implantation figure sur la carte suivante :



**I.2.2 Les points forts de GTP :**

- GTP fait partie du groupe SONATRACH.
- GTP dispose d'une expérience dans le domaine de la maintenance industrielle.
- GTP a réalisé la plupart des installations pétrolières, gazières, pétrochimiques ainsi que les centrales électriques concernées par la maintenance.
- Le personnel de GTP connaît la plupart des unités et des équipements.
- GTP est bien implantée géographiquement et possède des infrastructures nécessaires au développement de la maintenance.
- Réactivité et disponibilité des moyens.

**I.2.3 Les métiers de GTP :**

GTP est une entreprise spécialisée dans la réalisation des projets. Ses principaux métiers sont :

- Génie civil industriel.
- Construction et/ou montage de réalisation.
- Engineering et contrôle de réalisation.
- Préfabrication de tuyauterie et de charpente métallique.
- Maintenance industrielle.
- Expertise et contrôle de soudage.
- Canalisation et collectes.

**I.2.4 Réalisation à l'étranger :****MAURITANIE :**

- réalisation à NOUAKCHOT d'un centre de stockage et d'emplissage de bouteilles GPL clé en mains.
- extension et rénovation de la raffinerie de NOUADHIBOU.
- montage de deux unités de dessalement d'eau de mer.

**MAROC :**

- réalisation des travaux de montage de la centrale de TANTAN 3\*33MGW.

**MALI :**

- Réalisation d'une étude technico-économique de hangars de stockage de produits pétroliers à TOMBOUKTOU, GAO, KAYES, MOPTI, et SIKASSO.

**YEMEN :**

- Realisation d'infrastructure de base.

**I.2.5 Principaux partenaires de GTP :**

Grace à ses services offerts GTP a des clients à l'échelle internationale, et ses principaux collaborateurs sont :

- **Clients nationaux :**

SONATRACH et ses associés, NAFTAL, SONELGAZ, NAFTEC, ASMIDAL, ARCE.

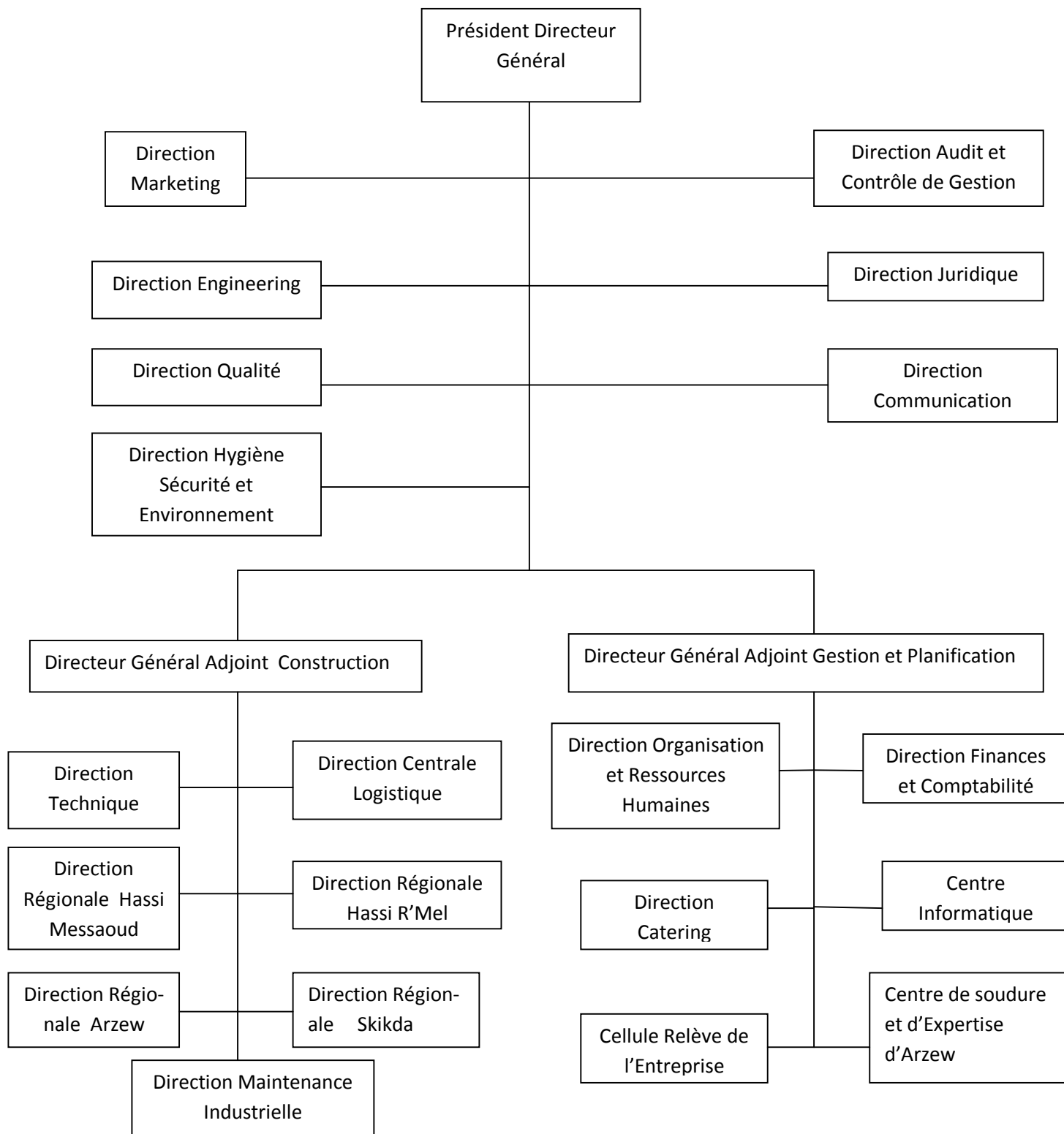
Les associations étrangères avec SONATRACH :

SH-AGIP, SH-CEPSA, SH-BP, SH-ANADARKO (groupement BERKINE), SH-OO (organisation OURHOUD), SH-REPSOL (groupement TFT), SONAHCESS, SH-BP-STATOIL (In Amenas, In Salah).

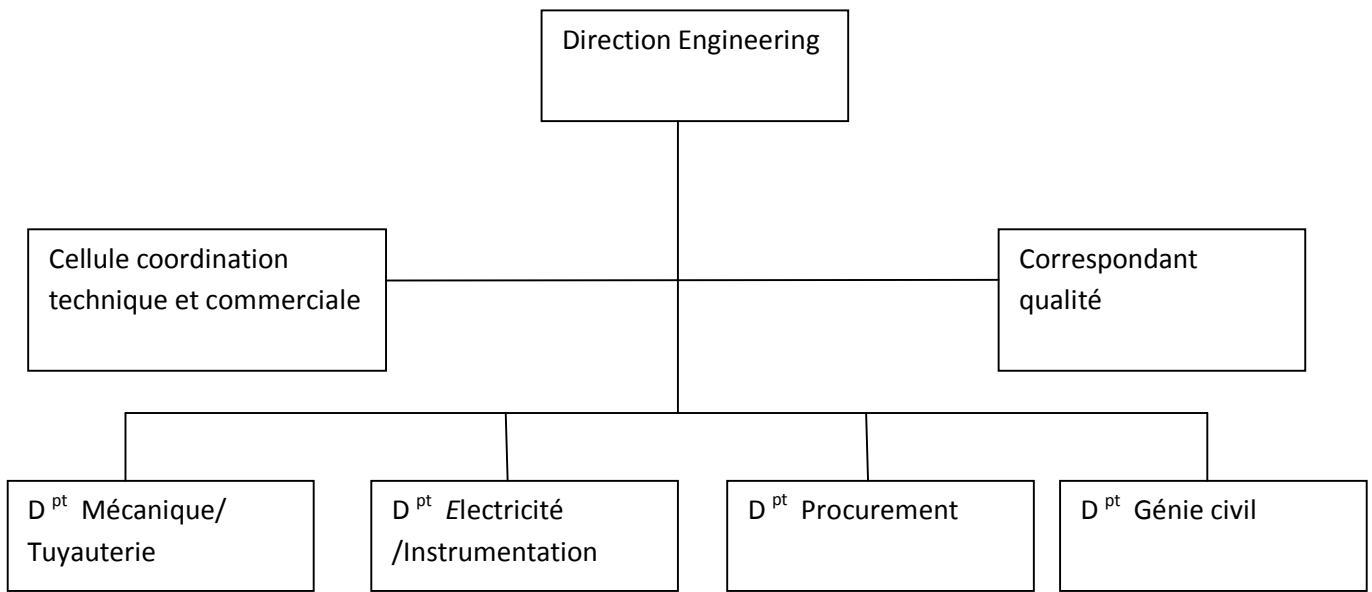
- **Clients étrangers :**

JGC/ : KBR (Japon-USA), GE ENERGY (Italie), BECHTEL(USA) , LAVALIN(Canada), FMC(USA), DENYS (Belgique), SAIPEM (Italie), ABB (Italie), JGC (Japon), KELLOG (USA), PETROFAC ...

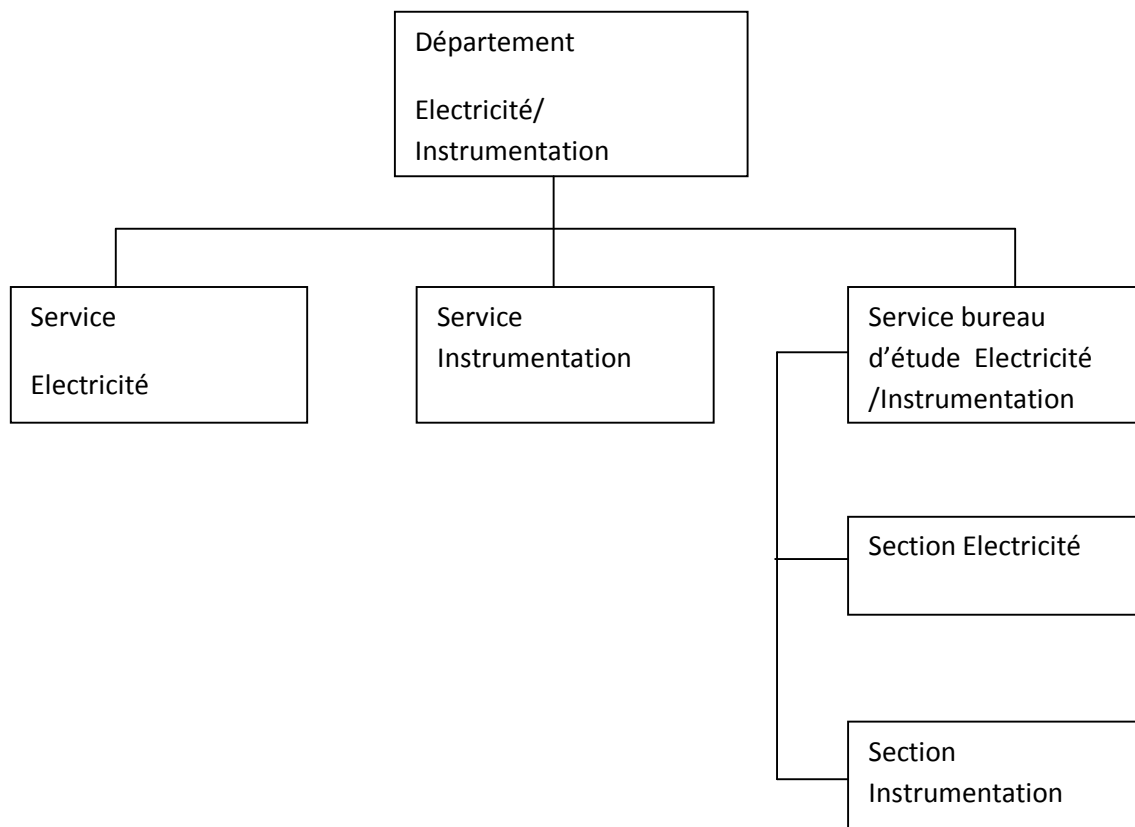
I.2.6 Organigramme de l'entreprise ENGTP :



**I.2.6.1 Direction ENGINEERING :**



**I.2.6.2 Département ELECTRICITE/INSTRUMENTATION :**



### I.3 Présentation générale du chantier :

#### I.3.1 Le lieu :

Centre bitume 16<sup>E</sup> du port d'ALGER comprenant un parc de stockage bitume qui sera doté de jaugeurs de type RADAR permettant de transmettre les niveaux à la salle de contrôle.

#### I.3.2 Conditions climatiques :

- Température min/max : -10°C/+50°C.
- Humidités relatives min/max : 30% à 95%.
- Climat : marin et humide.

#### I.3.3 Description des installations du port avant de traiter le projet :

- Ø Bacs de stockage : se sont 8 réservoirs à toits fixes pour le stockage du bitume. Ces derniers sont calorifugés de la manière suivante :
- Une tôle en acier de (6-12) mm, suivis d'une couche de laine de roche de (8-10) cm pour l'isolation thermique, et à la fin par une deuxième tôle d'acier. Ce système de calorifugeage sert pour éviter la perte d'énergie et protéger le personnel des risques de brûlures.



- Ø Post de chargement : un simple post avec un bras pour chargement manuel.
- Ø Tuyauterie de 350m reliant le dépôt de bitume (navire) aux différents bacs et elle est équipée d'un serpentin de chauffage véhiculant l'huile chauffée à une température de 160°C et positionné en fond du bac pour maintenir une température interne entre (140-160°C).



Le même système de calorifugeage que celui des bacs est utilisé pour cette tuyauterie.

Ø Système de chauffage : constitué de :

- Deux (02) chaudières à huile thermique, Ces dernières sont prévues avec une puissance telle que chacune d'elle puisse faire face individuellement au service normale de l'installation entière. Par conséquent la seconde chaudière est de réserve et sert d'intégration de chargement dans des conditions de consommation maximum ;
- Trois (03) électropompes de circulation d'huile ;
- Un (01) réseau de tuyauterie comportant :
  - ü Une canalisation d'amenée d'huile aux différents équipements des vannes thermostatiques de régulation de température ;
  - ü Une canalisation de retour d'huile collectant l'huile de chauffe vers la chaudière.

#### I.4 Sécurité :

L'équipement TankRadar REX est souvent utilisé dans des zones où sont manipulées des matières inflammables et où le milieu peut être déflagrant. Pour protéger à la fois l'usine et le personnel, il convient de prendre des précautions pour éviter tout risque d'incendie. Ces zones sont appelées zones dangereuses et tout équipement utilisé dans ces zones là doit être protégé contre les explosions. Un certain nombre de techniques de protection ont été développées au fil des ans. Sécurité intrinsèque et sécurité contre les risques d'explosion (ou ignifugeage) sont deux de ces techniques.

##### I.4.1 Sécurité intrinsèque :

La sécurité intrinsèque, SI, est basée sur le principe de la limitation de l'énergie électrique disponible dans les circuits des zones dangereuses, de telle manière que les étincelles ou surfaces chaudes pouvant résulter de pannes électriques des composants ne puissent provoquer d'inflammation. La sécurité intrinsèque est la seule technique acceptée

pour les zones dangereuses Zone 0. Elle est également sûre pour le personnel et permet d'entretenir l'équipement sans qu'il soit nécessaire d'obtenir un certificat de dégazage.

Les principes de base de la sécurité intrinsèque sont les suivants :

- Tous les matériaux inflammables sont regroupés en fonction de l'énergie nécessaire pour les enflammer ;
- L'équipement situé dans des zones dangereuses est classifié selon la température de surface maximum qu'il peut produire, celle-ci ne pouvant représenter aucun danger compte tenu des gaz inflammables qui peuvent être présents ;
- Les zones dangereuses sont classifiées en fonction de la probabilité de présence d'une atmosphère explosive ; cette classification détermine la nécessité ou non d'utiliser une technique particulière de protection contre tout risque d'explosions.

#### **I.4.2 Sécurité contre les risques d'explosion :**

Il est possible d'utiliser des enceintes antidéflagrantes lorsqu'une explosion peut être autorisée à l'intérieur de l'enceinte pourvu qu'elle ne se propage pas à l'extérieur de celle-ci. L'enceinte doit être suffisamment résistante à la pression et doit être pourvue d'ouvertures étroites permettant à la pression de s'échapper sans enflammer l'atmosphère extérieure à l'équipement.

### **I.5 Directives ATEX et classification des zones :**

#### **I.5.1 La norme ATEX : (ATmosphères EXplosibles)**

La réglementation **ATEX** est une directive européenne qui demande à tous les responsables d'établissements de maîtriser les risques relatifs à l'explosion de certaines atmosphères. Pour cela, une évaluation du risque d'explosion dans l'entreprise est nécessaire pour permettre d'identifier tous les lieux où peuvent se former des atmosphères explosives et ainsi mettre en œuvre les moyens d'éviter les explosions.

#### **I.5.2 Les environnements ATEX :**

##### **I.5.2.1 Zones ATEX pour les substances inflammables (Gaz, Vapeurs ou Brouillards) :**

- **Zone 0** : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec de l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présenté en permanence ou pendant de longues périodes ou fréquemment.

Ex. : réservoirs, canalisations, récipients ...

- **Zone 1** : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normale.

Ex.

- **Ü** Proximité immédiate de la zone 0 ;
  - **Ü** Proximité immédiate des ouvertures d'alimentation, des événements, des vannes de prise d'échantillons ou de purge, des ouvertures de remplissage et de vidange ;
  - **Ü** Points bas des installations (fosses de rétention, caniveaux...).
- **Zone 2** : Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normale ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.

Ex.

- **Ü** Emplacements entourant la zone 0 et 1 ;
- **Ü** Brides, connexions, vannes, raccords de tuyauterie... ;
- **Ü** Proximité immédiate des tubes de niveau en verre, appareils en matériaux fragiles...

#### I.5.2.2 Classification des zones :

La directive 94/9/CE définit les zones à risque d'explosion, avec une distinction entre les atmosphères Gaz (G) et les atmosphères Poussières (D).

Présence d'atmosphère explosive	Zone pour le gaz (G)	Zone pour la poussière (D)
Présence permanente, en opération normale	0	20
Présence occasionnelle, en opération normale	1	21
Présence accidentelle, en cas de dysfonctionnement	2	22

**I.5.2.3 Groupes de gaz :**

Quatre (04) groupes de gaz sont définis, basés sur des caractéristiques de 5 gaz représentatifs (celles utilisées pour essais type).

Groupe d'appareil	Groupe de gaz	Gaz	Source minimale d'inflammation ( $\mu\text{J}$ )
Groupe I (Mines)	I	Méthane	300
Groupe II (Surfaces)	IIA	Propane	240
	IIB	Ethylène	70
	IIC	Acétylène	17
		Hydrogène	17

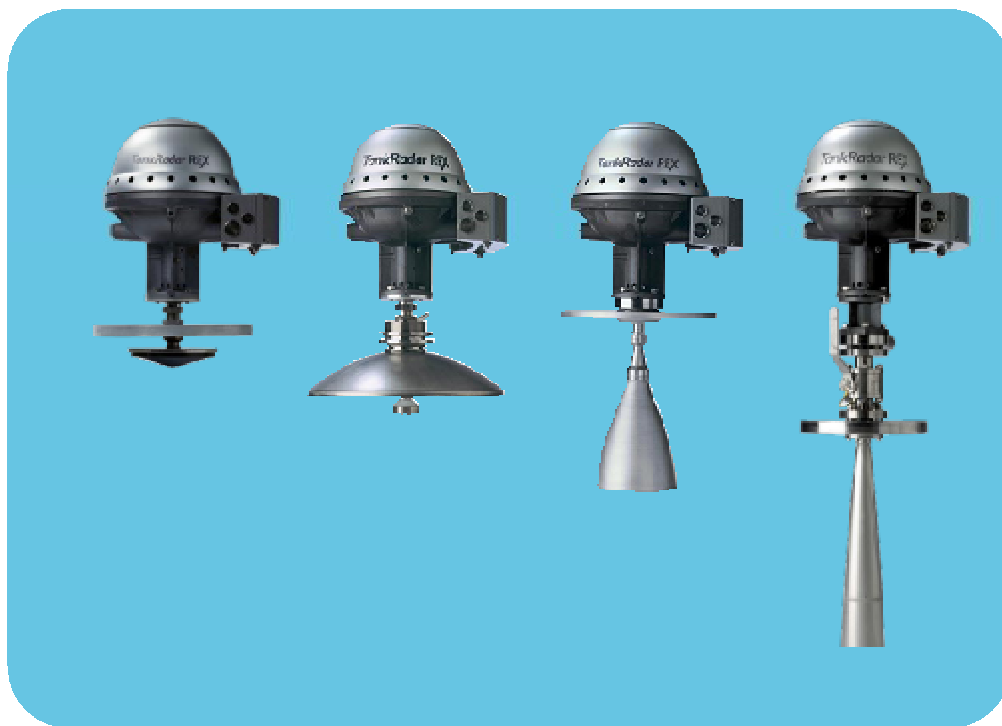
**I.5.2.4 Classement en température :**

Le classement en température définit la température maximale de surface d'un appareil, en fonction de la température ambiante de fonctionnement maximale définie :

Classement en température	Température de surface correspondante ( $^{\circ}\text{C}$ )
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

# CHAPITRE II

## Description du système TankRadar REX



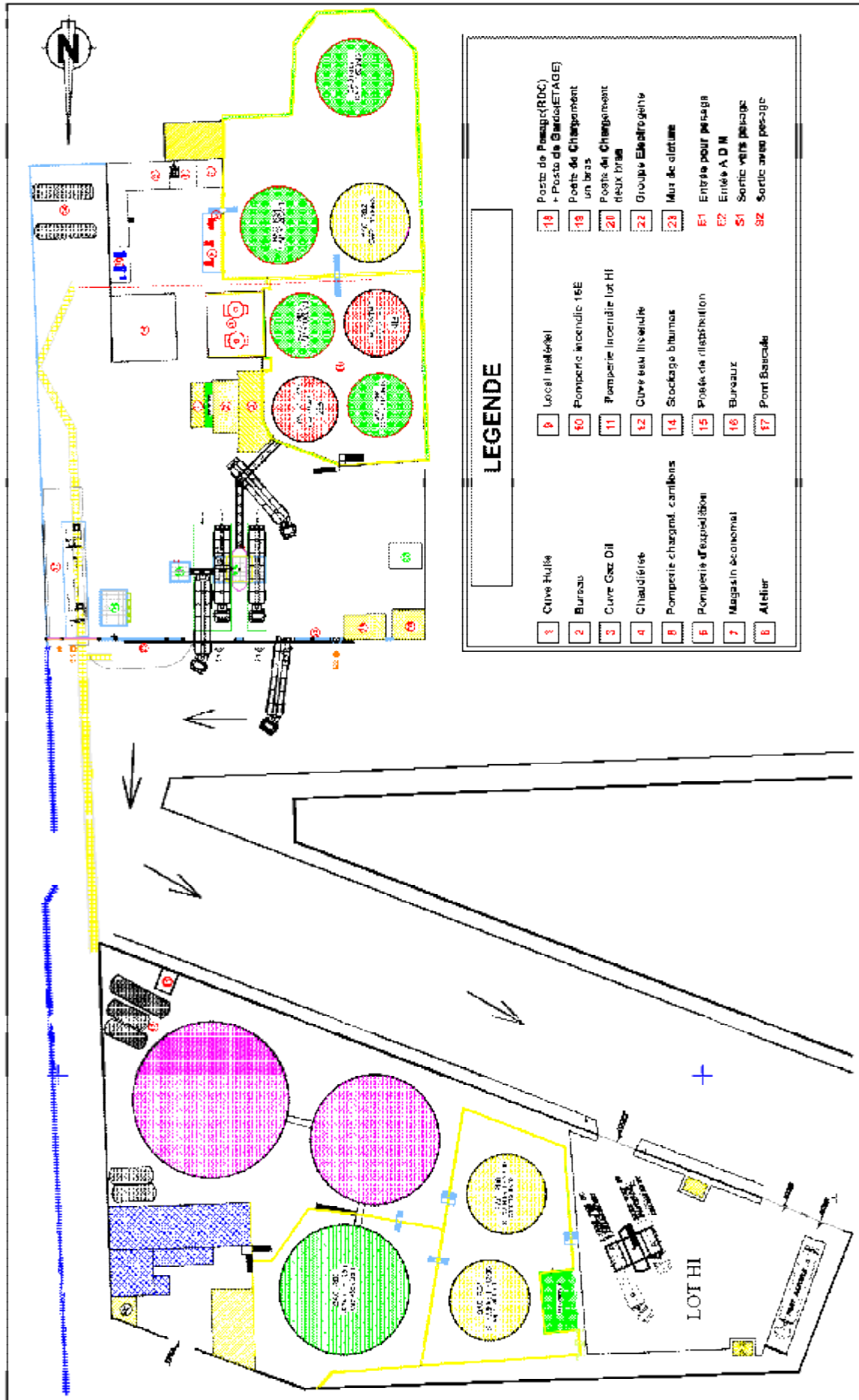
Le parc de stockage au port contient les huit (08) bacs, la tuyauterie et le système de chauffage cités précédemment, mais il lui manque plusieurs annexes importantes à la mise en service du système automatique.

Ce chapitre montre les nouvelles infrastructures et décrit la série d'émetteurs RTG 3900 d'un équipement TankRadar REX de Rosemount et les instructions concernant les instruments de ce système.

### **II.1 Configuration de la nouvelle installation :**

La figure suivante donne une vue générale sur l'unité au niveau du port et montre les différentes infrastructures existantes.

**SYNOPTIQUE DE L'INSTALLATION**



**II.1.1 Infrastructures et ANNEXES :**

Une unité de stockage bitume nécessite la mise en place d'un ensemble d'installations et d'équipements techniques :

- Ø Un système de pompage de bitume : constitué de 3 pompes de 80m<sup>3</sup> /h pour le faire pomper des bacs vers le post chargement camion citernes. Lors du déchargement d'un navire –citerne, le pompage du bitume est effectuée par les pompes du navire ;



- Ø Post de chargement : il est équipé de bras pivotants articulés desservant 2 voies de chargement, et les bras de chargement sont d'un diamètre de 15cm ;



- Ø Réseau incendie : Le système de lutte contre l'incendie est composé de :



- Trois (03) cuves d'eau anti-incendie existantes de capacité totale 100 m<sup>3</sup>, ces cuves sont automatiquement remplies depuis un réseau d'eau existant par commande d'un contacteur de niveau d'eau à flotteur ;
- Une Electropompe 100 m<sup>3</sup>/h d'eau de lutte anti-incendie, de démarrage soit en automatique en cas de baisse de pression d'eau ou soit manuel par un sélecteur à clé. L'arrêt de l'électropompe;
- Une motopompe Diesel 100 m<sup>3</sup>/h de t de type manuel à travers le sélecteur à clé. le fonctionnement de l'électropompe est régit par un tableau de contrôle commande dédié secours (en remplacement de l'électropompe), en cas de coupure d'électricité. le fonctionnement de cette motopompe est régit par un tableau de contrôle commande dédié ;
- Un système de compensation et de maintien de pression d'eau à 07 bars au moyen d'un groupe sur presseur composé de : deux pompes jockey 10 m<sup>3</sup>/h chacune, un ballon de pressurisation (sous pression d'air) de capacité 200 L et d'un tableau de contrôle commande ;
- Un réseau maillé de tuyauterie eau anti-incendie en boucles fermées isolées par vannes, composé de Tuyauterie/ Raccorderie / Robinetterie, raccordé à partir du refoulement des pompes et constamment maintenu en pression de 7 bars, longeant tout le long du périmètre de l'enceinte du terrain à l'intérieur du centre ;
- Un déverseur est installé afin d'assurer le retour d'eau vers les cuves du surplus de débit/pression du refoulement des pompes en marche, en cas de fermeture et de fin d'utilisation du système, assurant ainsi la protection de la pomperie et du réseau anti-incendie contre la surpression ;
- Cinq pressostats pour l'asservissement du fonctionnement des différentes pompes,
- Un (01) Robinet Incendie Armé, placé au niveau de la zone de chargement des camions-citernes ;
- Six (06) poteaux incendie aériens installés et répartis convenablement sur la tuyauterie anti-incendie, à proximité de chaque poteau incendie est installée une armoire incendie, munies de flexibles avec demi raccords, lances et clés tricoises ;
- Deux (02) canons lances monitors fixes eau-mousse, placés au niveau de la zone de déchargement des camions-citernes ;
- Quatre (04) chariots à mousse mobiles, répartis à l'intérieure du centre d'une manière à être prés des poteaux anti-incendie.

Ø Pont bascule : un outil indispensable :

Il facilite le suivi des quantités de bitume entrantes et sortantes. Il est d'une distance de 18m sur 3m, Il permet un contrôle de poids par précision car il dispose de 8 capteurs qui supportent 70 tonnes, et chacun de ces capteurs supporte 35 tonnes.

Ces derniers sont reliés vers une boîte de jonction qui se ferme avec du plomb pour des raisons de sécurité.



Ø Salle de contrôle :

Un moniteur de visualisation est placé dans cette salle pour permettre de contrôler en temps réel l'évolution des quantités de bitume contenues dans les réservoirs.

Ø Sécurité :

Accès d'urgence : le site est relativement vaste et permet un accès facile pour les camions et les équipements de secours.

Clôture et barrières : l'accès aux lieux est contrôlé par des agents de sécurité du site.

Système de mise à la terre : pour assurer la protection des employés et des équipements, les réservoirs, les pompes et les conduites sont raccordés à des mises à terres.

Après la mise de l'ensemble d'infrastructures et annexes cités précédemment, le tour de faire l'installation du système de centralisation de niveau et de température est venue.

Pour cela nous allons passer à la description du système de télé jaugeage ainsi qu'aux fonctionnements de ces équipements.

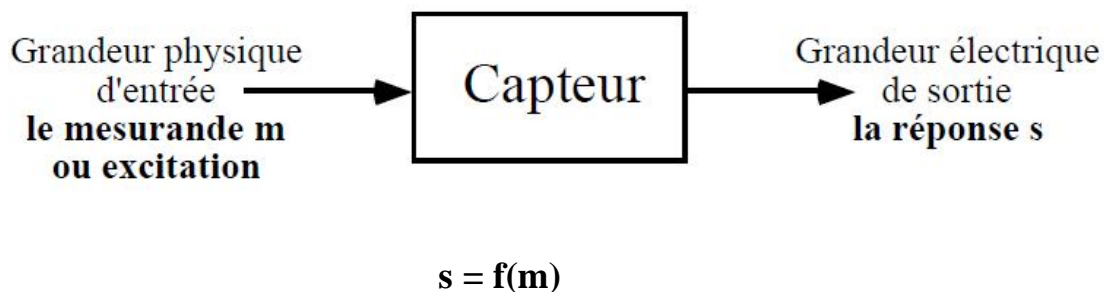
Mais en commençant par introduire les notions des capteurs, et la mesure de niveau ou de température qui constituent le but de ce projet.

## II.2 Les capteurs :

On désire mesurer tous les types de grandeurs physiques pour les traiter et les exploiter, pour cela on transforme la grandeur à mesurer, en un signal facilement exploitable : une tension ou un courant électrique.

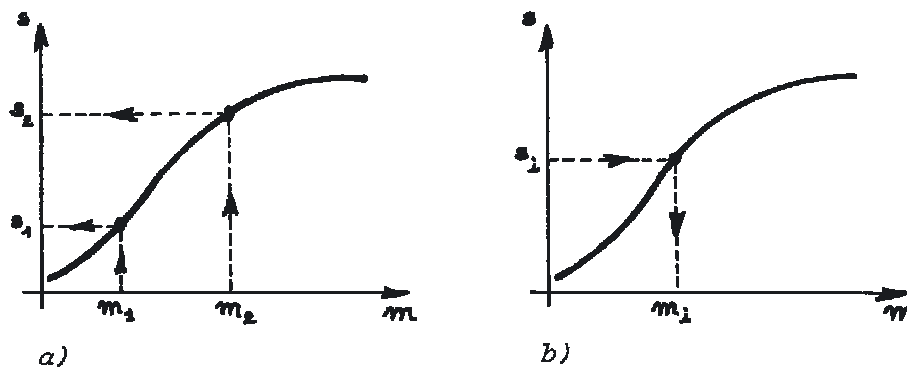
### II.2.1 Définition :

- Le mesurande : grandeur physique objet de la mesure.
- Capteur : dispositif qui soumit à l'action d'un mesurande non électrique présente une caractéristique électrique.



« s » est la grandeur de sortie ou réponse du capteur, « m » est la grandeur d'entrée ou excitation.

Pour tout capteur la relation «  $s = F(m)$  » sous sa forme numériquement exploitable est explicitée par étalonnage : pour un ensemble de valeurs de « m » connues avec précision, on mesure les valeurs correspondantes de « s » ce qui permet de tracer la courbe d'étalonnage (figure II.1.a) ; cette dernière, à toute valeur mesurée de « s », permet d'associer la valeur de « m » qui la détermine (figure II.1.b).



**Figure II.1.** Courbe d'étalonnage d'un capteur : a) son établissement, à partir de valeurs connues du mesurande «  $m$  » ; b) son exploitation, à partir des valeurs mesurées de la réponse «  $s$  » du capteur.

En tant qu'élément de circuit électrique, le capteur se présente, vu de sa sortie :

- Soit comme un générateur, «  $s$  » étant une charge, une tension ou un courant et il s'agit alors d'un capteur actif ; (Thermocouple, par exemple, pour la mesure de température)
- Soit comme une impédance, «  $s$  » étant alors une résistance, une inductance ou une capacité : le capteur est alors dit passif.. (Sonde Pt 100, par exemple; pour la mesure de température).

### II.3 Mesure de niveau :

La mesure de niveau est la mesure de la distance qui sépare la surface libre du produit contenu dans un réservoir et le fond de ce réservoir ou la séparation entre deux liquides non miscibles (par exemple, l'eau et l'huile) contenus dans un même réservoir ouvert ou fermé (niveau interface). On distingue par ailleurs différents types d'appareils de mesure de niveau qui diffèrent par leur principe de mesure. Ces appareils de mesure diffèrent également selon la nature du produit à mesurer. Pour cela, nous allons montrer quelques exemples de mesure de niveau avant de passer à notre cas : le jaugeage par radar.

### II.3.1 Exemples de mesure de niveau avec contact :

#### II.3.1.1 Mesure de niveau capacitive :

Un capteur de niveau capacitif est un organe de prélèvement d'information dans un dispositif capacitif. Il est constitué d'un boîtier contenant l'électronique qui est placé à l'extérieur du réservoir à mesurer. Il est lié à une électrode métallique protégée par une isolation plastique qui plonge dans le produit. L'électrode forme un condensateur avec la paroi métallique du réservoir. Le produit constitue le diélectrique. La capacité du condensateur est ainsi en fonction du niveau du produit. Ce dispositif convient à la mesure et à la détection de niveau pour des produits conducteurs ou non.

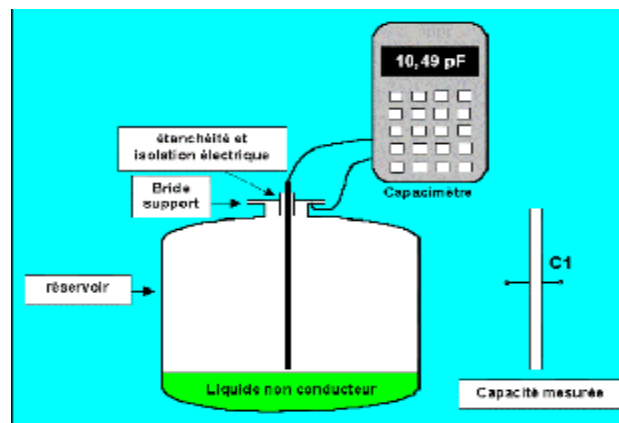


Figure II.2. Mesure de niveau capacitive.

#### II.3.1.2 Mesure de niveau à flotteur :

Les capteurs de niveau à flotteurs sont des organes de prélèvement d'information dans un dispositif électromécanique ou électromagnétique. Ces dispositifs sont les plus anciens. Un flotteur qui flotte à la surface du liquide suit celle-ci dans ses déplacements. Un câble, guidé par des poulies et maintenu tendu par un contrepoids, transmet le déplacement du flotteur à un index dont la position est lue sur une règle graduée en hauteur de liquide. La graduation de la règle est inversée, le niveau bas correspondant à la graduation la plus haute et le niveau haut à la graduation la plus basse.

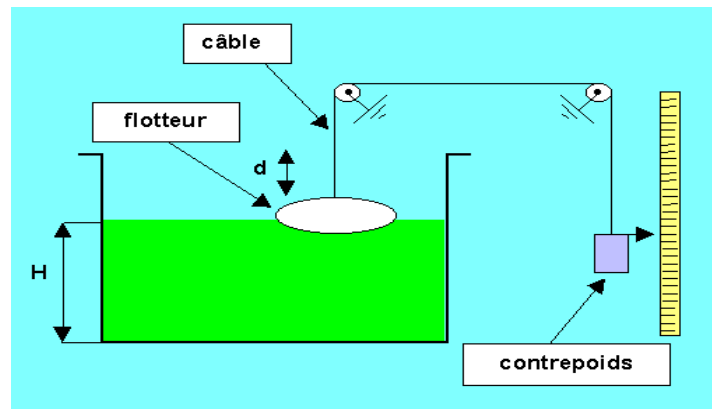


Figure II.3. Mesure de niveau à flotteur.

### II.3.2 Exemples de mesure de niveau sans contact :

#### II.3.2.1 Mesure de niveau ultrasonique :

Un capteur de niveau ultrasonique est un organe de prélèvement d'information dans un dispositif ultrasonique de détection de niveau. Un transducteur acoustique émet périodiquement des impulsions acoustiques qui sont réfléchies par la surface du liquide vers le système émetteur-récepteur. L'appareil calcule ensuite le niveau à partir du temps de propagation de l'onde. Ce dispositif permet une mesure de niveau continue et présente l'avantage de fonctionner sans contact. Ce type de capteur convient idéalement pour tout type de liquide.

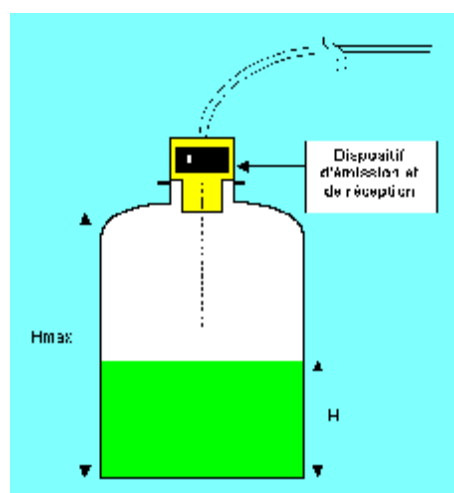


Figure II.4. Mesure de niveau ultrasonique.

### II.3.2.2 Mesure de niveau par radar :

Un capteur de niveau radar est un organe de prélèvement d'information dans un dispositif radar de mesure de niveau. Ce dispositif permet une mesure de niveau continue et présente l'avantage de fonctionner sans contact. C'est ce type de mesure de niveau qui forme le principe utilisé dans notre projet et qui sera expliqué après.

Connaitre les types de jaugeurs ou de mesures de niveau et leurs principes de fonctionnement se n'est qu'un début. Pour commencer la réalisation du projet ; il fallait choisir un de ces types et acheter le matériel.

L'ENGTP a reçu plusieurs offres et choix de différents constructeurs et fournisseurs de systèmes de gestion d'inventaires des bacs de stockage.

✓ Exemples de ces fournisseurs :

ü Enraf de Honeywell (USA).

ü Endress Hauser (Allemagne).

ü Rosemount Emerson (d'un revendeur français).

Le choix c'est fait en faveur du groupe Français Rosemount Emerson qui a proposé un nouveau système : le système **Tank Radar Rex** qui répond aux exigences les plus sévères en matière de performances et de sécurité.

**II.4 Partie instruments :****II.4.1 Description du système TankRadar Rex :**

Le système TankRadar REX est un système de contrôle et de commande pour le jaugeage des réservoirs. Ce système peut s'interfacer avec différents capteurs tels que des capteurs de température et de pression de manière à créer un système d'inventaire complet.

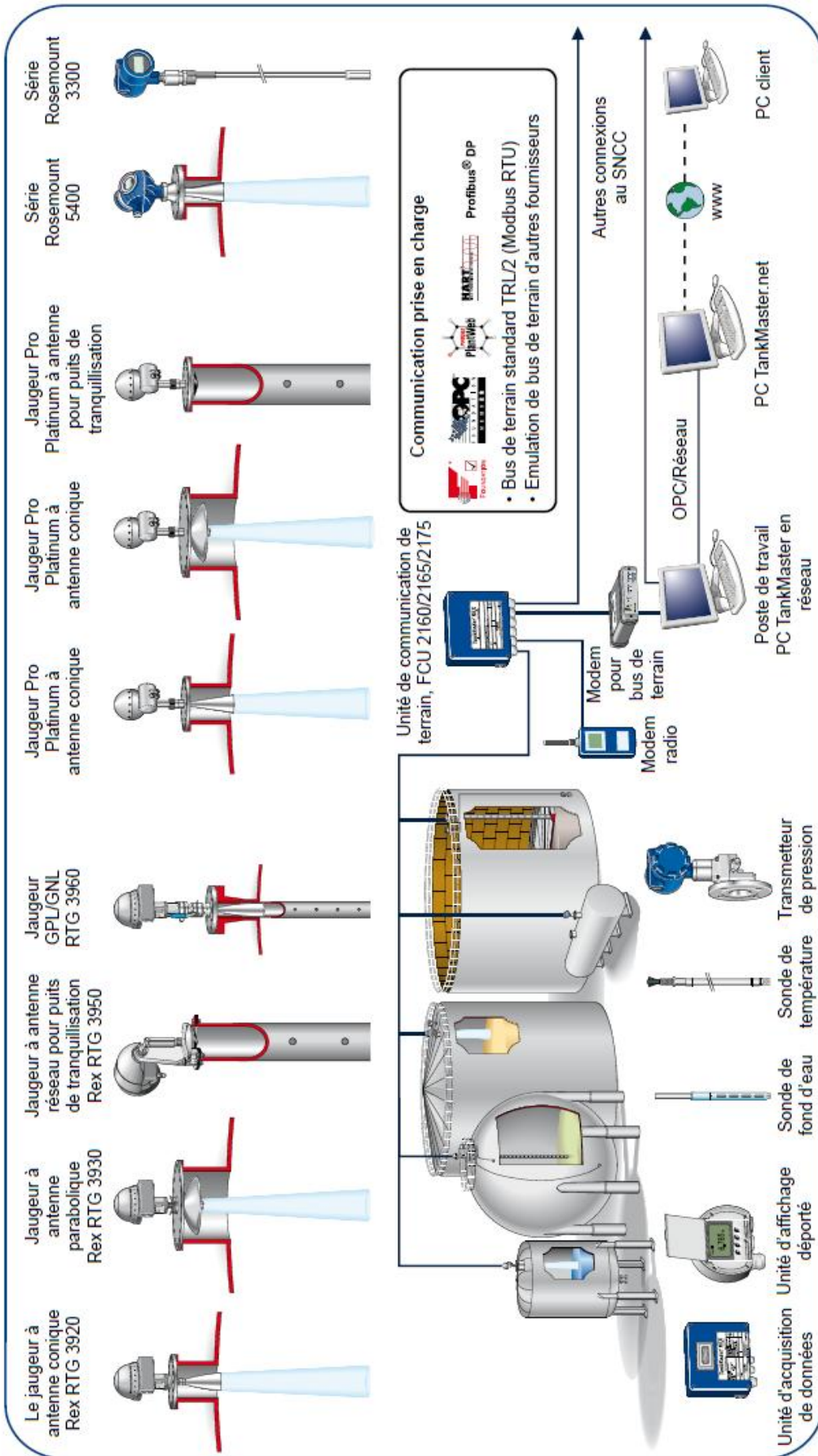
Les différentes unités du système utilisent une intelligence distribuée. Elles recueillent et traitent des informations en permanence.

Toute demande d'information est immédiatement suivie d'une réponse contenant les informations mises à jour. Toutes les unités communiquent entre elles via un bus de terrain, le bus TRL/2.

Le développement du TankRadar Rex est le fruit de 25 ans d'expérience dans le domaine du jaugeage de niveau par radar. Plus de 100.000 jaugeurs radar ont été fournis.

▼ Parmi ces caractéristiques :

- Excellente fiabilité (le MTBF des jaugeurs est de 112 ans) ;
- Extrême précision, avec certification en transactions commerciales, y compris homologation OIML ;
- Antennes pour tous types de réservoirs ;
- Performances prouvées et installation dans toutes les grandes compagnies pétrolières ;
- Toutes les fonctions nécessaires pour un contrôle total des parcs de stockage réunies dans un système ;
- Service et assistance dans le monde entier.



# Présentation du système TankRadar Rex

**✓ Les éléments de base du système REX utilisé sont les suivants :**

- Le jaugeur radar pour réservoirs, RTG, est un instrument intelligent, protégé contre les explosions, destiné à mesurer le niveau d'un produit à l'intérieur d'un réservoir ;
- Sonde de température : multipoints MST de haute qualité. la sonde est un élément essentiel pour la mesure de température, à l'aide d'un certain nombre d'éléments pt100n placées à différents points à l'intérieur du bac ;
- Unité d'affichage déporté RDU40 : sert pour affichage de niveau et se fixe au pied de bac ;
- Modem pour bus de terrain FBM2180 : qui permet de connecter un pc avec le logiciel utilisé qui est le Tank Master au bus correspondant ;
- Un pc de visualisation : placé dans la salle de contrôle pour permettre le contrôle en temps réel l'évolution des quantités de bitume dans les réservoirs ;
- TankMaster WinOpi est l'interface opérateur du système REX. Il permet de configurer dans un système REX le traitement des alarmes, la génération d'états par lots, le traitement automatique des états, la collecte des données d'historique et les calculs d'inventaire ;
- TankMaster WinSetup est un logiciel destiné à la configuration, à l'étalonnage et à l'entretien d'un système REX.

**II.4.2 Description de l'appareil REX RTG (jaugeur radar pour réservoir REX) :****II.4.2.1 Présentation :**

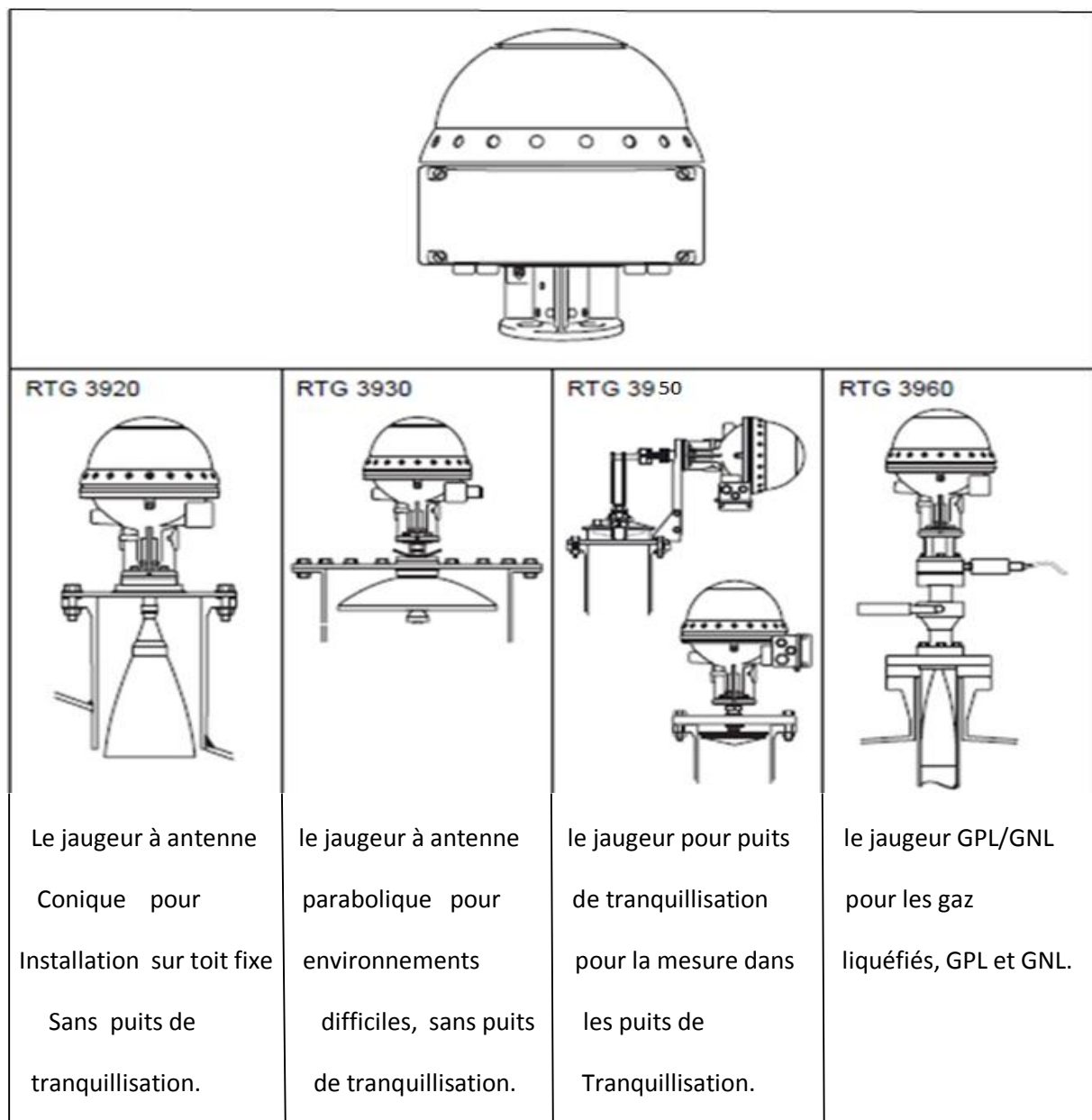
Le jaugeur radar pour réservoirs RTG REX est un appareil autonome de mesure de la distance (instrument intelligent) .Les calculs de la distance et du niveau sont continuellement effectués dans le jaugeur radar pour réservoirs. A la demande d'un maître, le RTG peut envoyer des informations sur le niveau, l'état et des informations diverses sur le bus de terrain.

Tous les jaugeurs REX sont constitués de deux éléments principaux, la tête transmettrice (TH) et une Unité de connexion de réservoirs (antennes).

Aucune partie de l'équipement n'entre en contact direct avec le produit contenu dans le réservoir. L'antenne est la seule pièce du jaugeur qui soit exposée à l'atmosphère du réservoir.

**II.4.2.2 Description du 3900 REX (la Tête émettrice RTG 3900 REX) :**

Il existe quatre types de jaugeurs radar, en fonction de l'unité de raccordement du réservoir sur laquelle la tête émettrice est montée c.-à-d. La même tête transmettrice est utilisée sur tous les types de jaugeurs radar Rex, ce qui permet de réduire au maximum les exigences en matière de pièces détachées. La tête transmettrice ne pèse que 8 kg (18 lbs). L'enveloppe de la tête transmettrice lui assure une robuste protection étanche à l'air et à l'eau pour les atmosphères salines des zones côtières. La tête émettrice contient toute l'électronique nécessaire pour le traitement des signaux, les communications et la connexion des capteurs externes. La tête émettrice RTG3900 est utilisée sur tous les types de jaugeurs 3920 - 3960.



**Figure II.5** L'émetteur RTG 3900 avec différentes antennes.

### II.4.2.3 Electronique de la tête transmettrice :

L'électronique de la tête (THE) constitue une unité distincte située dans l'enveloppe protectrice de la tête transmettrice antidéflagrante RTG 3900 elle est facile à remplacer et n'est pas en contact avec l'atmosphère du réservoir. La THE comprend l'unité à micro-ondes, les cartes à circuits imprimés pour le traitement des signaux, la communication des données, l'alimentation électrique et la protection contre les transitoires.

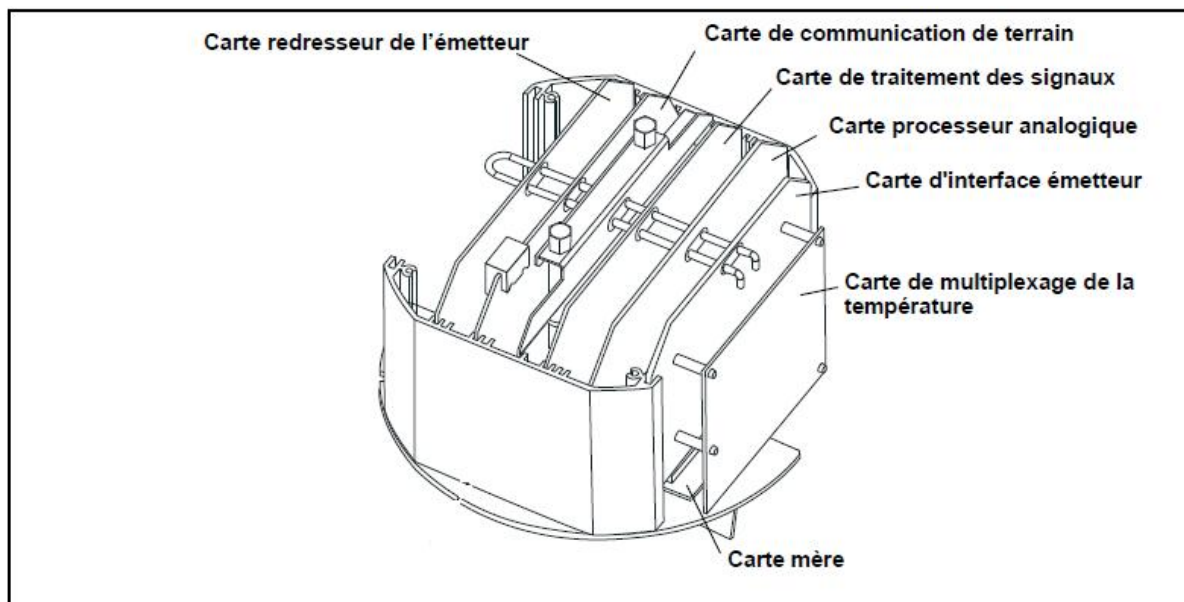


Figure II.6. Électronique de la tête émettrice RTG3900.

✓ **Les cartes à circuits imprimés intégrées à la THE sont les suivantes :**

- **Carte de traitement analogique – APC :**

La carte APC sert à filtrer et à multiplexer les signaux d'entrée analogiques. La séparation des circuits analogiques sur une carte spéciale permet d'obtenir un rapport signal/bruit élevé.

- **Carte d'interface d'émetteur – TIC :**

La carte d'interface émetteur (TIC) est destinée au traitement des entrées auxiliaires à sécurité intrinsèque (est destinée à l'isolement galvanique des entrées SI). Elle comprend :

- ü Deux barrières (zener) d'alimentation et deux barrières de retour pour les boucles de courant 4-20 mA.
- ü Une barrière d'alimentation pour une unité d'acquisition de données esclave ou une unité d'affichage local.

ü Une connexion signal/alimentation pour une carte multiplexeur de température (TMC).

- **Carte d'entrée température (TMC) :**

La carte TMC est configurée en fonction du type de capteur utilisé. Elle permet de connecter directement jusqu'à 6 sondes de température au RTG.

- **Carte sortie relais (ROC) :**

Cette carte comprend deux relais. Elle permet de commander des dispositifs externes tels que Vannes, pompes, serpentins de réchauffage.

- **Carte de communication de terrain (FCC) :**

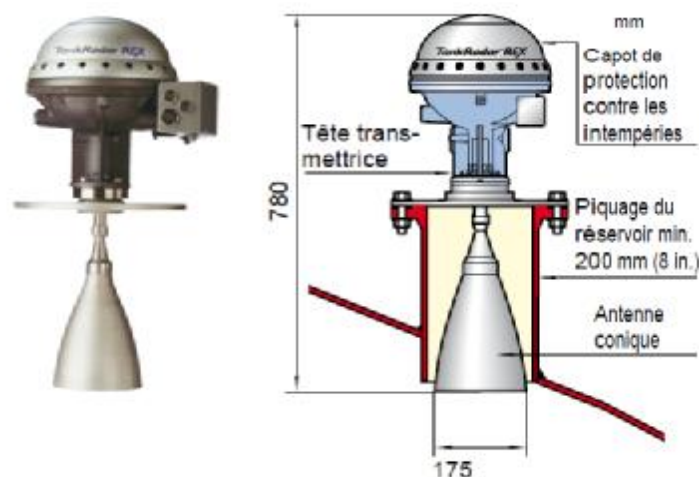
Elle prend en charge les communications avec les appareils externes. Il en existe différentes versions Permettant l'utilisation de divers types de protocoles de communication ainsi que l'émulation de jaugeurs d'autres fournisseurs.

## II.5 Types d'antennes :

Il existe cinq types de jaugeurs radar série RTG 3900 qui peuvent s'utiliser dans n'importe quel réservoir de stockage :

### II.5.1 Le jaugeur à antenne conique, RTG 3920 :

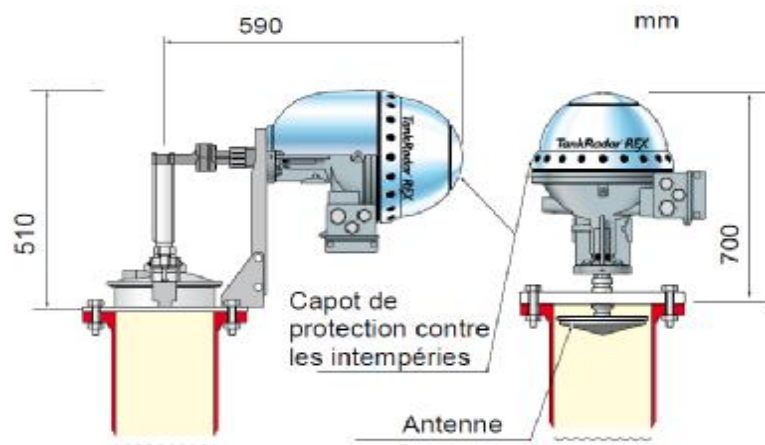
Le jaugeur à antenne conique est conçu pour une antenne 8" à utiliser dans des ouvertures de petite taille sur les réservoirs à toit fixe. Le RTG 3920 est conçu pour effectuer des mesures sur un grand nombre de produits pétroliers et chimiques. Toutefois, pour le bitume/l'asphalte et les produits analogues, il est recommandé d'utiliser l'antenne Parabolique.



**Figure II.7.** Jaugeur à antenne conique RTG3920.

### II.5.2 Le jaugeur pour puits de tranquillisation, RTG 3950 :

Le jaugeur pour puits de tranquillisation s'utilise sur les réservoirs équipés de puits de tranquillisation et avec tous les produits appropriés aux puits de tranquillisation. Le jaugeur utilise un mode de propagation radar à faible dispersion, qui élimine pratiquement toute influence de l'état du puits de tranquillisation. La mesure s'effectue avec la plus grande précision même si le puits est vieux, rouillé et couvert de dépôts. Le jaugeur pour puits de tranquillisation convient pour les puits de 5", 6", 8", 10" et 12". Il peut se monter sur un puits de tranquillisation existant, sans qu'il soit nécessaire de mettre le réservoir hors service pendant l'installation.



**Figure II.8.** Jaugeur à antenne réseau pour puits de tranquillisation RTG 3950, versions inclinée et fixe.

### II.5.3 Jaugeur GPL/LNG, RTG 3960, (pour les gaz liquéfiés, GPL et LNG) :

Le jaugeur radar pour réservoirs (RTG) mesure la distance de la surface du produit contenu dans le réservoir (mesure du creux). Il calcule le niveau de la surface du liquide sur la base des distances enregistrées localement dans sa mémoire. Ce niveau est communiqué via le bus de terrain numérique TRL/2 aux unités de communication de terrain et aux stations de travail PC ou à d'autres systèmes hôtes.

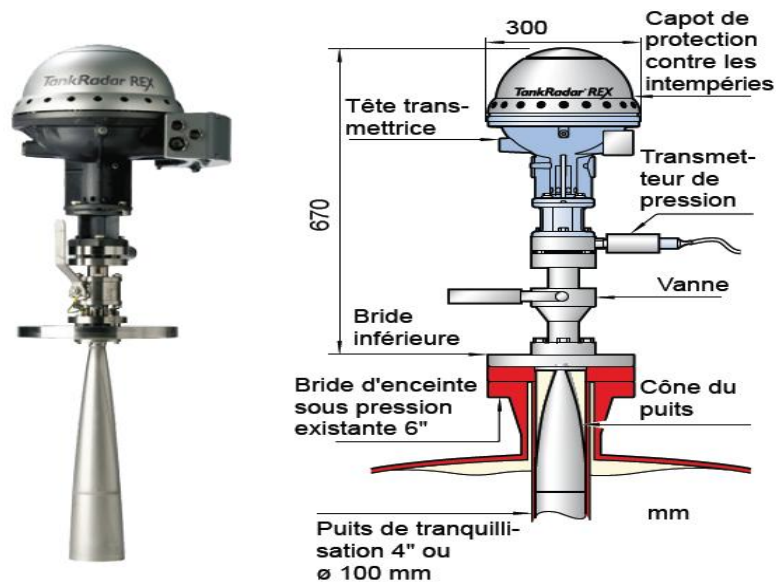


Figure II.9. Jaugeur GPL/GNL RTG 3960.

#### II.5.4 Jaugeur à antenne parabolique RTG 3930 :

Le jaugeur RTG 3930 est conçu pour le montage sur les réservoirs à toit fixe. Il mesure les niveaux de produits allant des produits propres aux produits très difficiles telles que le bitume/l'asphalte. La forme de l'antenne parabolique lui confère une très grande tolérance aux produits collants et à la condensation. L'important diamètre de l'antenne assure un gain et un rapport signal/bruit élevé. Le jaugeur à antenne parabolique peut être monté sur les couvercles des trous d'hommes existants. Le réflecteur parabolique standard a un diamètre de 440 mm et s'adapte, par exemple, sur un piquage de 20 pouces. Pour un accès facile dans les applications extrêmement salissantes, le jaugeur peut se monter sur une plaque de trou d'homme équipée de charnières. L'installation s'effectue ordinairement sans mise hors service du réservoir.

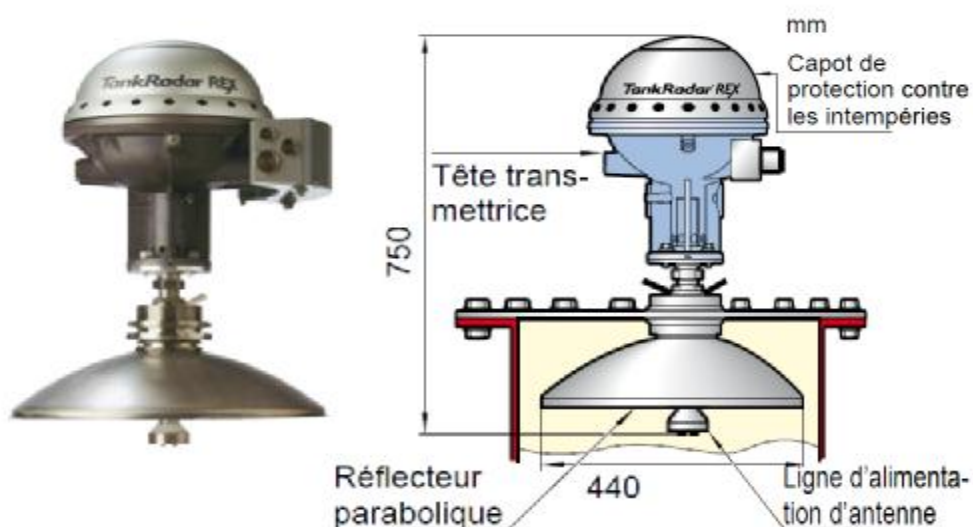


Figure II.10. Jaugeur à antenne parabolique RTG 3930.

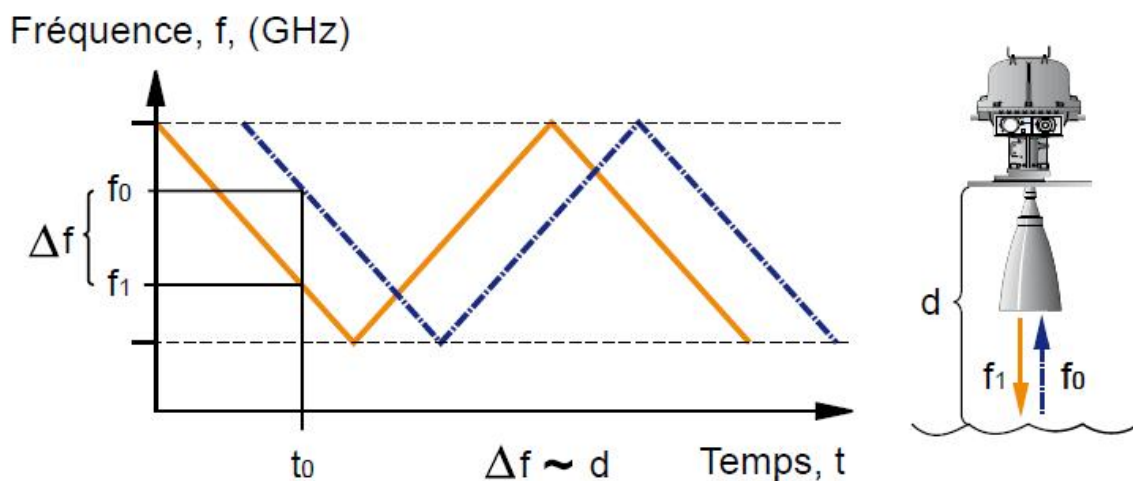
🚧 Caractéristiques techniques du RTG3930 : voir **annexe 1**.

#### II.5.4.1 Le Principe de mesure du jaugeur radar REX RTG 3930 : (C'est le principe FMCW)

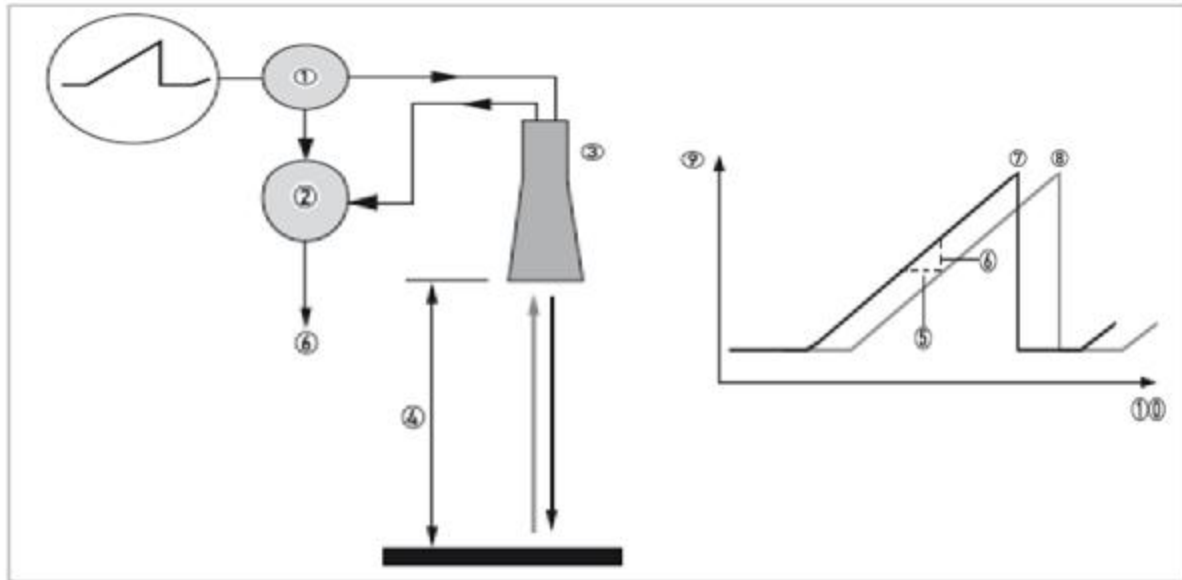
Un signal radar est émis via une antenne, se réfléchit sur la surface du produit puis est réceptionné au bout d'un temps « t ». Le principe radar utilisé est FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave - onde continue à fréquence modulée). Le radar FMCW transmet un signal haute fréquence dont la fréquence augmente de manière linéaire pendant la phase de mesure (ce qu'on appelle le balayage de fréquence). Le signal est émis, se réfléchit sur la surface de mesure, puis est réceptionné après un certain délai « t », temps de transit,  $t=2d/c$  sachant que :

- **d** : est la distance jusqu'à la surface du produit ;
- **c** : est la vitesse de la lumière dans le gaz au-dessus du produit.

Pour le traitement ultérieur du signal, la différence  $\Delta f$  est calculée à partir de la fréquence de transmission réelle et de la fréquence de réception. La différence est directement proportionnelle à la distance. Une différence de fréquence importante correspond à une grande distance et vice versa. La différence de fréquence  $\Delta f$  est transformée via une transformation de Fourier (FFT) en un spectre de fréquence, puis la distance est calculée à partir du spectre. Le niveau résulte de la différence entre la hauteur du réservoir et la distance de mesure.



**Figure II.11.** La méthode FMCW utilise un balayage radar à fréquence variable.



**Figure II.12.** Principe de mesure du radar FMCW.

- 1 : Transmetteur.
- 2 : Mélangeur.
- 3 : Antenne.
- 4 : Distance jusqu'à la surface du produit, sachant que le changement de fréquence est proportionnel à la distance.
- 5 : Temps de transit  $\Delta t$ .
- 6 : Fréquence différentielle,  $\Delta f$ .
- 7 : Fréquence transmise.
- 8 : Fréquence réceptionnée.
- 9 : Fréquence.
- 10 : Temps.

## II.6 Mesure de température :

La mesure de la température du produit est nécessaire pour des calculs d'inventaire corrects. La température du produit est un paramètre important pour la précision des mesures en transactions commerciales et d'inventaires dans les réservoirs de stockage de liquides en vrac, ainsi c'est une grandeur physique mesurée par une multitude de capteurs de température, tant que par leurs techniques que par leurs formes. Ils sont employés dans de nombreux domaines tant industriels que domestiques. Parmi ces capteurs, on trouve la famille des sondes de température.

### II.6.1 Types de sondes de température :

Dans la famille des sondes de température il existe plusieurs types de sonde, les plus utilisés sont :

- § Les thermistances ;
- § Les pyromètres optiques ;
- § Les thermocouples ;
- § Les thermomètres à résistance de platine.

#### II.6.1.1 Les thermistances : (CTP ou CTN)

Ce composant est une résistance dont la valeur ohmique varie en fonction de sa température. Le sens de variation de la valeur résistive dépend du type de composant : pour une CTP (Coefficient de Température Positif), la résistivité augmente quand la température augmente, alors que pour une CTN (Coefficient de température Négatif), la résistivité diminue quand la température augmente. La thermistance est souvent spécifiée par une résistance ohmique à une température donnée, par exemple 1,5kohms à 25°C.

La résistivité d'une CTP est plus faible que celle d'une CTN : Les CTP possèdent une résistance de valeur comprise entre 0,8 ohms et 150ohms, et les CTN possèdent une résistance comprise entre 100 ohms et 470ohms.

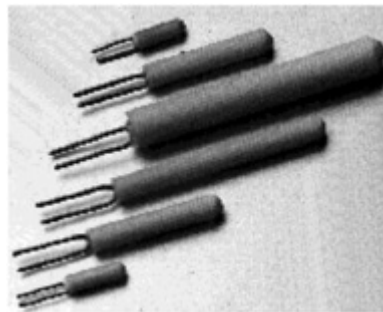


Figure II.13. Thermistances.

#### II.6.1.2 Les pyromètres optiques:

La pyrométrie optique est une méthode de mesure de la température basée sur la variation entre la température d'un corps et le rayonnement optique (Infrarouge ou Visible) que ce corps émet. Les capteurs utilisés sont donc des capteurs optiques, photo-électriques ou thermiques. L'intérêt de la pyrométrie optique est de permettre la détermination d'une température sans contact avec l'objet.



Figure II.14. Pyromètre optique.

### II.6.1.3 Les thermocouples :

Appelé aussi couple thermoélectrique, les types suivant sont les plus utilisés :

§ T : Cuivre/ Cuivre-Nickel ;

§ J : Fer/ Cuivre-Nickel ;

§ K : Nickel-chrome/ Nickel-aluminium ;

§ N : Nicrosil /Nisil.

Les sondes thermocouples permettent des mesures de températures très élevées (jusqu'à 1000°C pour une sonde de type "K", par exemple). Elles sont constituées de deux matériaux qui, lorsqu'ils sont en contact et portés à une température donnée, délivre une tension. Cette tension est faible et doit être amplifiée pour être exploitable.

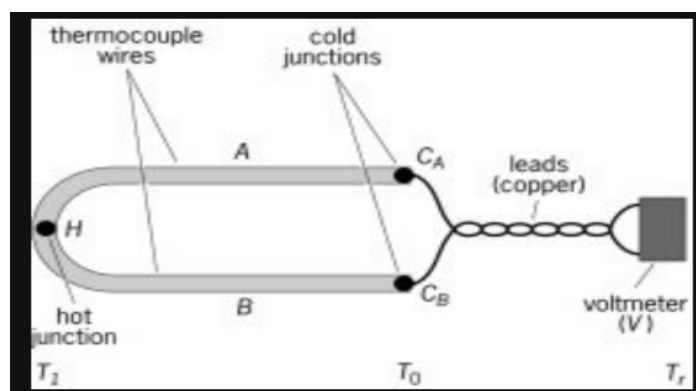


Figure II.15. Thermocouple.

#### II.6.1.4 Thermomètre à résistance de platine :

La sonde à résistance de platine est constituée d'un filament de platine (Pt), entourant une tige de verre ou non, dont la caractéristique est de changer de résistance en fonction de la température. Sa résistance augmente en même temps que la température.

Les sondes les plus couramment utilisées sont de type Pt 100 ( $100\Omega$  à  $0^\circ\text{C}$ ). Il en existe de plusieurs tailles et formes en fonction de l'utilisation.

##### ✓ Présentation de la sonde Pt 100 :

C'est la plus utilisée vu qu'elle permet des mesures de températures de très hautes exactitudes, ayant une résistance de  $100\text{ohms}$  à  $0^\circ\text{C}$  et  $138,5\text{ohms}$  à  $100^\circ\text{C}$  ainsi que sa variation est de  $0,4\text{ohms}$  par degré. Sa plage de mesure est de  $-100^\circ\text{C}$  à  $100^\circ\text{C}$  et  $-200^\circ\text{C}$  à  $200^\circ\text{C}$ . Cette sonde dans sa configuration se présente comme une longue tige cylindrique creuse d'environ  $50\text{cm}$  gainée en platine, terminée par une calotte hémisphérique à son extrémité. Un élément sensible de  $4\text{cm}$  adapté en double bobinage de platine très pur. La figure suivante nous montre ces constituants :

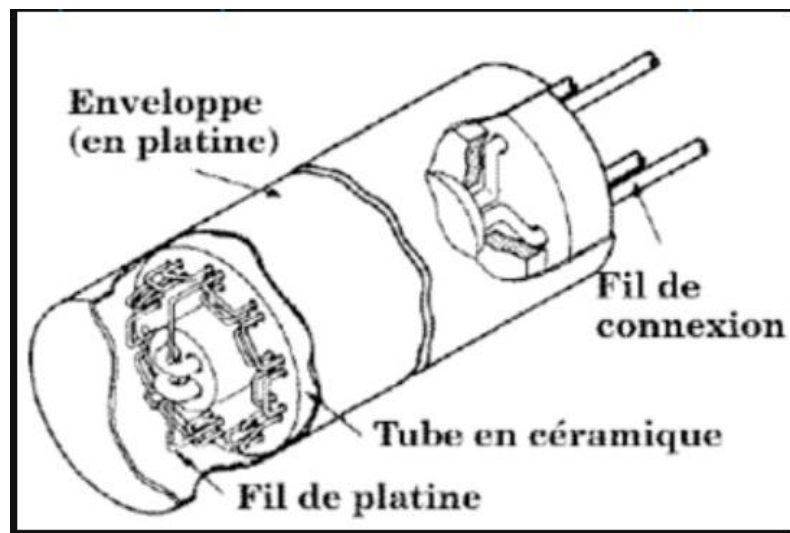


Figure II.16. Sonde Pt 100.

##### ✓ Relation température-valeur ohmique :

Les relations entre la température  $t$  et la valeur ohmique sont les suivantes :

- Pour le domaine de  $-200^\circ\text{C}$  à  $0^\circ\text{C}$  :  $R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C(t-100)t^3]$ .
- Pour le domaine de  $0^\circ\text{C}$  à  $850^\circ\text{C}$  :  $R_t = R_0 [1 + At + Bt^2]$ .

Pour la qualité de platine communément utilisé dans les résistances thermométriques industrielles, les valeurs des constantes dans ces équations sont les suivantes :

A= 0,00390802 exprimé en °C-1

B=  $-5,802 \cdot 10^{-7}$  exprimé en °C-2

C=  $-4,27350 \cdot 10^{-12}$  exprimé en °C-3

### II.6.1.5 La sonde de température multipoints:

Les sondes de température utilisées sont des sondes multipoints (MST) de haute qualité fournies avec le système Rex, dont elles constituent un élément essentiel. Un maximum de six sondes de températures peut être raccordé au jaugeur radar REX (RTG).

Les sondes de température multipoints (MST) mesurent la température à l'aide d'un certain nombre d'éléments Pt 100 placés à différentes hauteurs afin de fournir un profil de température et une température moyenne. Les éléments ponctuels sont placés dans un tube protecteur en acier inoxydable étanche au gaz, qui peut être ancré au fond du réservoir.

L'utilisation de capteurs de type Pt100 permet d'obtenir un profil de température pour différents niveaux de réservoir ainsi que la température moyenne du liquide.

Seuls les éléments totalement immergés sont utilisés pour déterminer la température du liquide. Les éléments ponctuels sont placés dans un tube protecteur étanche au gaz, constitué d'acier inoxydable spiralé. Une bride peut être raccordée sur un filetage supérieur et l'ensemble peut être ancré sur le fond.

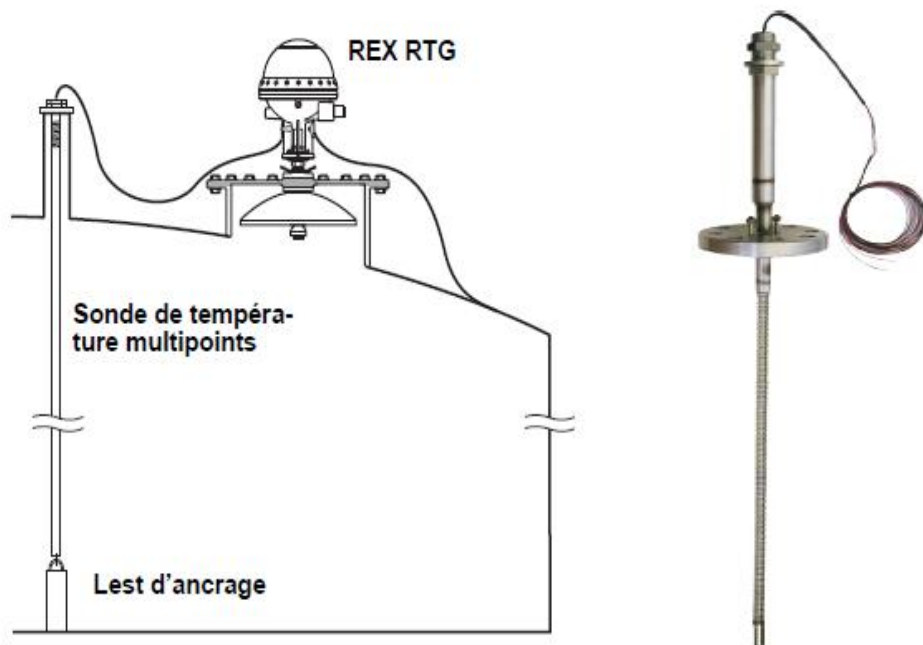


Figure II.17. La sonde de température (multipoints) reliée au RTG.

Seuls les éléments totalement immergés sont utilisés pour déterminer la température du liquide. Les éléments ponctuels sont placés dans un tube protecteur étanche au gaz, constitué d'acier inoxydable spiralé. Une bride peut être raccordée sur un filetage supérieur et l'ensemble peut être ancré sur le fond.

## II.7 Unité d'affichage déporté, RDU40 :

### II.7.1 Présentation :

L'unité d'affichage déporté (RDU40) est une robuste unité d'affichage pour utilisation extérieure en zone dangereuse. Si le nombre d'éléments de température par réservoir est égal ou inférieur à 6, la RDU40 est la solution la plus économique pour l'affichage sur site.

Dans ce cas, les éléments de température peuvent être directement connectés au RTG sans passer par une unité d'acquisition de données (DAU). Les fonctions d'affichage sont commandées par logiciel via le jaugeur TankRadar connecté. Enfin, l'afficheur comporte quatre touches permettant une ergonomie de travail appréciée. Chaque écran peut afficher 7 lignes de texte de 16 caractères chacune.

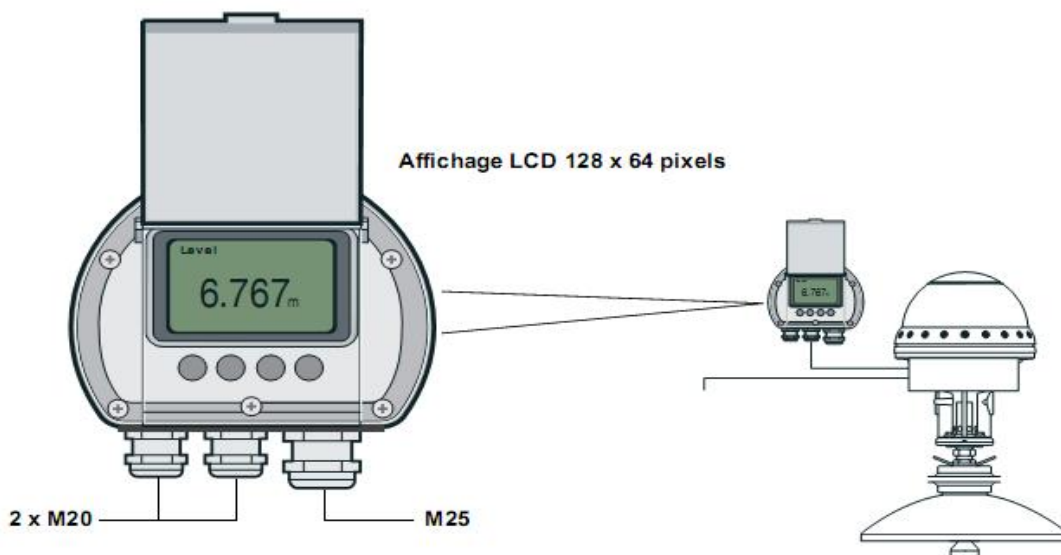
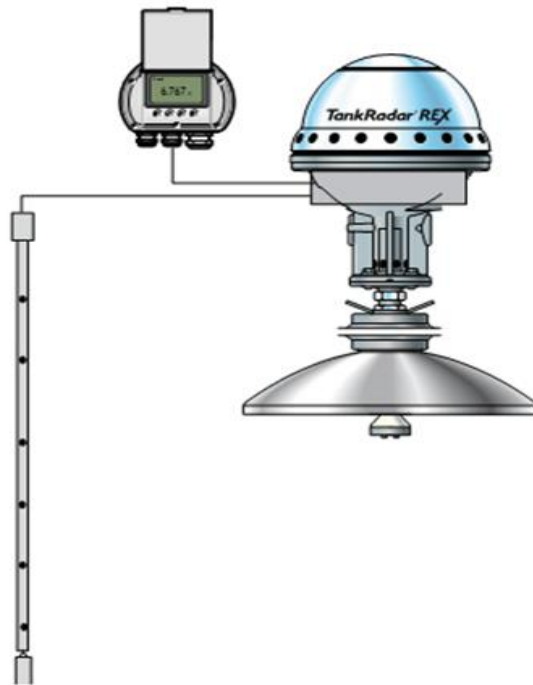


Figure II.18. Unité d'affichage déporté.

### II.7.2 Connexion de la RDU au RTG :

La RDU est connectée au RTG via une tierce d'une longueur maximale de 100m. Deux unités maximum peuvent être raccordées à un jaugeur radar. Elles affichent les données calculées telles que le niveau, la température moyenne, le volume, la puissance du signal, etc... Les données peuvent être affichées dans des listes ou individuellement, en caractères de 25 mm très facilement lisibles. L'opérateur peut configurer une fenêtre définie par l'utilisateur où seront présentées les informations les plus utiles. Cette fenêtre s'affichera

par défaut. La RDU40 peut afficher les données d'un maximum de 6 éléments de température ponctuels connectés à un jaugeur TankRadar Rex.



**Figure II.19.** La RDU est connectée au jaugeur Tank Radar Rex.

✚ Caractéristiques techniques de la RDU40 : voir **annexe 2**.

### II.7.3 Données disponibles :

Parmi les données qui sont disponibles, en fonction de l'équipement du jaugeur REX :

- Niveau ;
- Creux ;
- Puissance du signal ;
- Volume ;
- Température moyenne ;
- Point de température 1-6 ;
- Entrée analogique 1-2.

## II.8 Partie communication :

La communication entre les bacs et la salle de contrôle, pour le suivi et la surveillance est assurée par une liaison série de type RS232. Cette liaison nécessite un modem de transmission de données.

### II.8.1 Modem pour bus de terrain, FBM 2180 :

Le FBM 2180 permet de connecter un PC avec logiciel IHM TankMaster au bus TRL/2. (Sert de convertisseur entre les bus RS 232C et TRL/2 qui seront expliqués après). Le FBM est connecté au PC à l'aide de l'interface RS232 ou de l'interface USB (TankMaster version 4.F1 ou supérieure requise pour la fonctionnalité, d'interface USB) et est équipé de LED indiquant la mise sous tension et la communication. Pour l'interface TRL/2, des interrupteurs situés sur le panneau avant permettent de définir le gain et la terminaison le cas échéant. Ce modem est fourni avec des câbles de connexion RS232 et USB au PC. Le câble USB fournit aussi son alimentation au FBM 2180. Un câble d'alimentation séparé (fourni) n'est nécessaire que pour l'option RS232.



Figure II.20. Modem pour bus de terrain FBM 2180.

✚ Caractéristiques techniques du FBM2180 : voir **annexe 3**.

### II.8.2 Terminal de visualisation ou PC :

Un moniteur de visualisation est placé en salle de contrôle pour permettre de contrôler en temps réel l'évolution des quantités de bitume contenues dans les réservoirs. Pour cela, un logiciel de supervision et de gestion du parc de stockage est à prévoir. Ce logiciel de grande fiabilité et de grande précision, d'utilisation facile et simple avec des menus interactifs clairs et des fenêtres d'aide détaillées, permettra un contrôle complet, à portée de main, de l'exploitation des réservoirs.

Le logiciel organise les données dans plusieurs groupes et dans plusieurs formats d'écran procurant le maximum d'informations disponibles. Le logiciel devrait être approuvé par les organismes de contrôle des poids et mesures en utilisant les données de l'inventaire et les mesures des mouvements de transferts.

### II.8.3 Les protocoles de communication :

Le système de télé-jaugeage Rosemount est compatible avec toutes les normes de bus de terrain existantes. Il peut se connecter aux systèmes de tous les grands fournisseurs de SNCC, SCADA, de systèmes de conduite centralisée ou de systèmes d'automatisation de terminaux, ou même par émulation de bus de terrain d'autres fournisseurs. Toutes les données sont transmises sur le bus de terrain TRL/2 (TRL/2 bus propre à Rosemount utilisé pour la communication entre ses équipements), fiable et rapide, à l'aide du protocole Modbus. En option, le TankRadar Rex peut communiquer via d'autres bus, tels que le bus de terrain Foundation™, le Profibus ou les bus de terrain propres d'autres fournisseurs de systèmes de télé-jaugeage de réservoirs. Ainsi qu'à l'interface de communication standard RS 232 qui assure une isolation galvanique complète entre le système de réception et les instruments, en protégeant les circuits d'entrée contre les dommages électriques dus aux orages et aux surtensions.

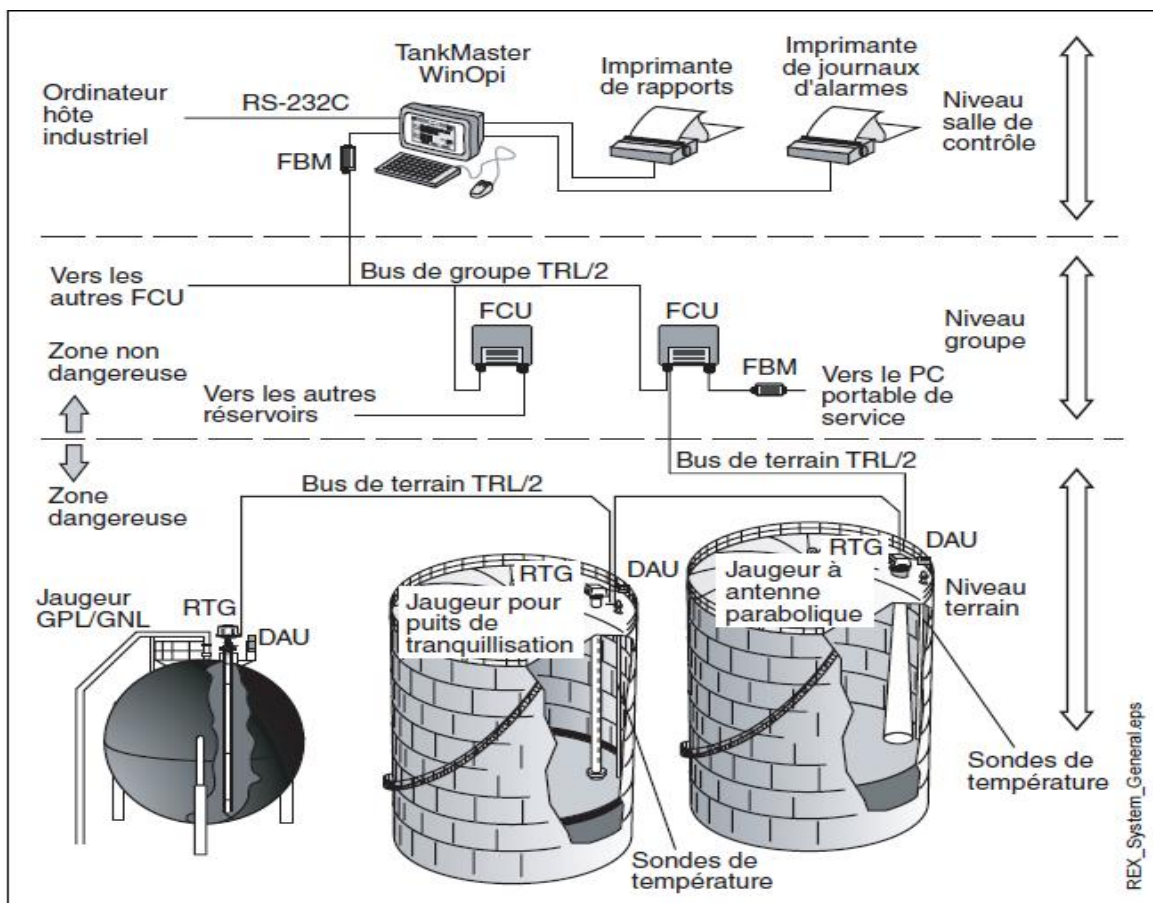
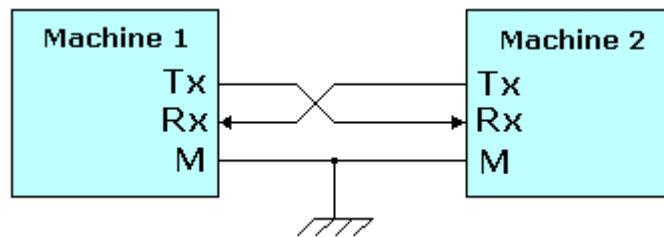


Figure II.23. Configuration générale d'un système REX.

### II.8.3.1 L'interface série RS232 :

Une liaison série est une ligne où les bits d'information (1 ou 0) arrivent successivement, soit à intervalles réguliers (transmission synchrone), soit à des intervalles aléatoires, en groupe (transmission asynchrone). La liaison RS232 est une **liaison série asynchrone**.

#### ✓ Principe :



L'octet à transmettre est envoyé bit par bit (**poinds faible en premier**) par l'émetteur sur la ligne Tx, vers le récepteur (ligne Rx) qui le reconstitue. La vitesse de transmission de l'émetteur doit être identique à la vitesse d'acquisition du récepteur. Ces vitesses sont exprimées en **BAUDS** (1 baud correspond à 1 bit / seconde, dans notre cas). Il existe différentes vitesses normalisées: 9600, 4800, 2400, 1200... bauds. La communication peut se faire dans les deux sens (duplex), soit émission d'abord, puis réception ensuite (half-duplex), soit émission et réception simultanées (full-duplex). La transmission étant du type asynchrone (pas d'horloge commune entre l'émetteur et le récepteur), des bits supplémentaires sont indispensables au fonctionnement: bit de début de mot (**start**), bit(s) de fin de mot (**stop**). D'autre part, l'utilisation éventuelle d'un bit de **parité**, permet la détection d'erreurs dans la transmission.

#### ✓ Format de la donnée :

1 bit	1 bit	7 bits (donnée)	1	2
-------	-------	-----------------	---	---

bit start    signe    information    1 ou 2bits de stop

Lors de cette communication série asynchrone, des bits sont transmis l'un après l'autre avec des bits de signalisation pour marquer le début et la fin de l'émission d'une trame.

- Ü 1 bit de début de trame d'information (bit **start**).
- Ü 1 bit de signe.
- Ü 7 bits pour l'information.
- Ü 1 ou 2 bit(s) de fin de trame (bit **stop**).

La vitesse de transmission qui est identique à la vitesse d'acquisition du récepteur est de 9600 Bauds.

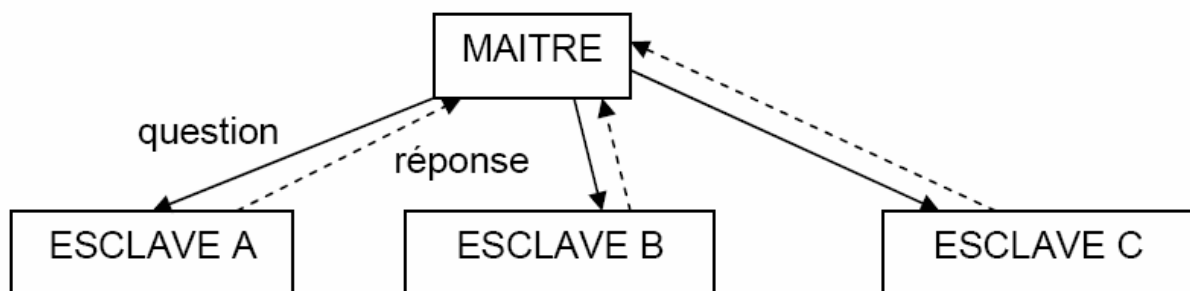
### II.8.3.2 Protocole Modbus

MODBUS : Bus d'Automatisme de Terrain Simple, Robuste, Populaire et très Répandu. Le protocole ModBus est une structure de messagerie développée en 1979 par Modicon, utilisé pour établir une communication maître/esclave et client/serveur entre des équipements intelligents.

#### ▼ Dialogue Maître Esclave :

Le dialogue sur le réseau MODBUS est toujours à l'initiative du maître (1 maître ,247 esclaves maximum). Celui-ci procède en posant une question (ou en donnant un ordre) à un esclave particulier qui en retour lui fournit la réponse à la question (ou la confirmation de la bonne exécution de l'ordre). Les trames questions et réponse sont envoyées sous la forme de chaînes de caractères, lesquelles reprennent l'adresse de l'esclave, un numéro de code fonction et le paramétrage de cette dernière.

#### ▼ Principe des échanges MODBUS :



Le maître envoie une demande et attend une réponse. Deux esclaves ne peuvent dialoguer ensemble.

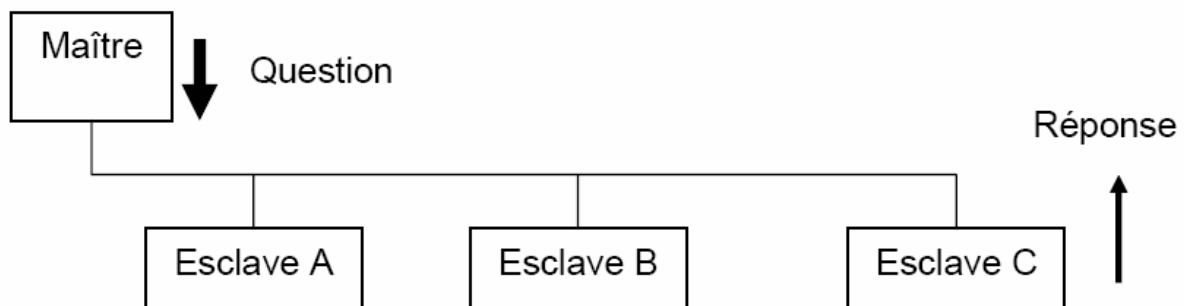
Le dialogue maître – esclave peut être schématisé sous une forme successive de liaisons point à point.

**✓ Adressage :**

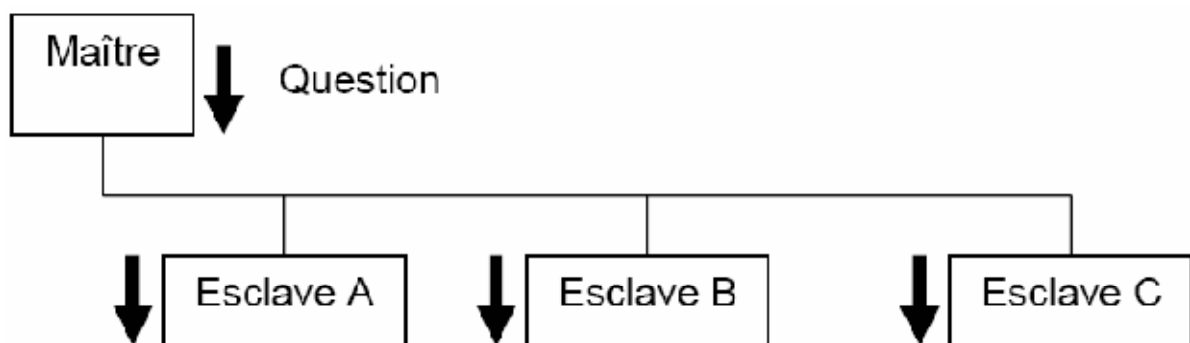
Les abonnés du bus sont identifiés par des adresses attribuées par l'utilisateur. L'adresse de chaque abonné est indépendante de son emplacement physique. Les adresses vont de 1 à 64 et ne doivent pas obligatoirement être attribuées de manière séquentielle. Deux abonnés ne peuvent avoir la même adresse.

**✓ Echange maître vers 1 esclave**

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

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

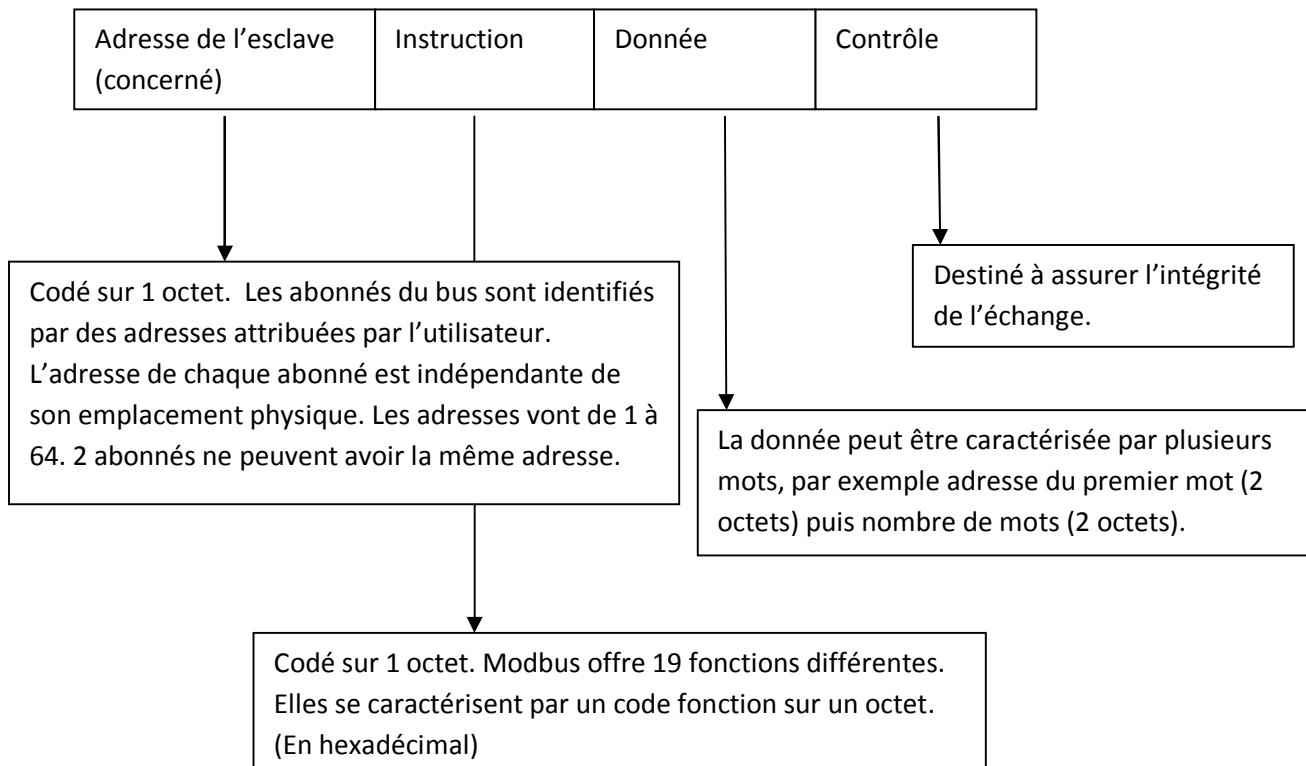
Le maître diffuse un message à tous les esclaves présents sur le réseau, ceux-ci exécutent l'ordre du message sans émettre une réponse.

**✓ Format des trames Modbus :**

- ü Vitesse de transmission : 9600 ou 19200 bits/seconde
- ü Trame : 8 bits sans parité
- ü Parité : sans parité
- ü 1 stop
- ü Mode de communication : half-duplex. (2 fils ou 4 fils)

### ✓ Structure du message :

Le maître envoie un message constitué de la façon suivante :



La détection de fin de message est réalisée sur un silence de plus de 2 caractères. L'esclave répond par un message du même type.

### II.8.3.3 Le bus TRL/2 – un bus de données rapide et fiable :

Le protocole TRL/2 est utilisé pour les communications entre les équipements Rosemount. Le bus TRL/2 a été développé pour réduire au maximum les délais de rafraîchissement et pour fournir un bus de terrain robuste et fiable pour le transfert des valeurs mesurées à la salle de contrôle. TankMaster communique sur le bus TRL/2 via un modem pour bus de terrain. Ce dernier convertit les signaux RS232 en signaux bus TRL/2 MODBUS et vice-versa.

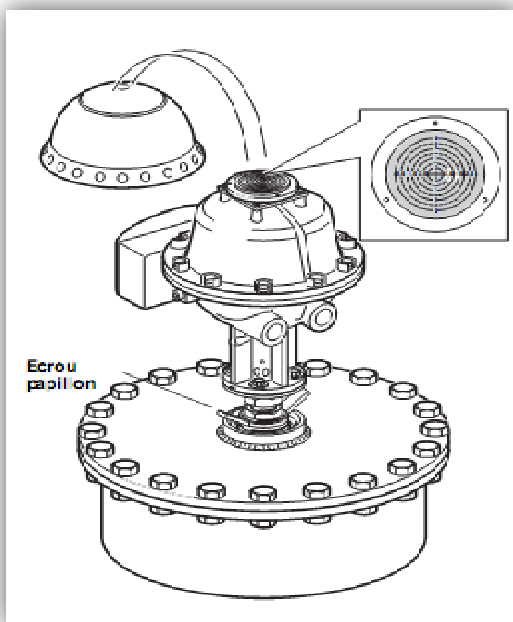
Chaque RTG a une adresse individuelle sur le bus de terrain. La RDU 40 utilise la même adresse que le RTG auquel elle est connectée. Le nombre maximum recommandé de RTG sur un bus de terrain est de 8. Une fois l'émetteur raccordé au bus TRL/2, nous pouvons le configurer et contrôler les données des réservoirs à l'aide du logiciel TankMaster qui fournit une interface conviviale ainsi que des fonctions permettant de contrôler les données des réservoirs telles que le niveau, la température et les données d'inventaire.

✚ Caractéristiques techniques du bus de terrain TRL/2 : voir **annexe4**.

# CHAPITRE III

## Montage mécanique et raccordement

## électrique du système REX



Le système TankRadar Rex s'installe facilement. Aucun outil spécial n'est nécessaire et toutes les pièces peuvent être transportées manuellement sur le toit des réservoirs.

L'installation peut se faire pendant le fonctionnement des réservoirs, sauf dans le cas des réservoirs sous pression comme les réservoirs GPL.

### III.1 Installation mécanique du système :

#### III.1.1 Installation mécanique des jaugeurs REX RTG3930 à antennes paraboliques:

D'abord l'installation des jaugeurs REX utilise les piquages et les trous d'hommes existants sur les bacs. Pour obtenir une mesure précise et sans problèmes, il est très important de monter correctement le jaugeur radar sur le réservoir.

##### III.1.1.1 Inclinaison :

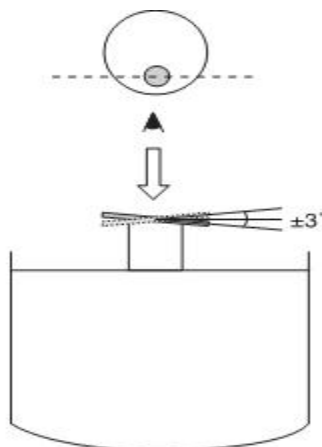
L'inclinaison du jaugeur ne doit pas dépasser  $1,5^\circ$  en direction du centre du réservoir. Toutefois, pour les applications utilisant des produits à haute condensation tels que le Bitume / L'asphalte, le faisceau radar doit être dirigé verticalement, sans aucune inclinaison.

Le RTG se monte sur le piquage du réservoir à l'aide du guide-bride. Ce dernier est conçu pour faciliter le réglage de l'inclinaison de l'émetteur dans les limites spécifiées.

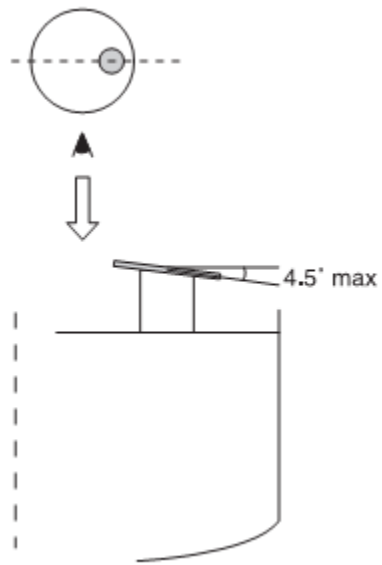
Il existe deux versions du guide-bride : T30 et T38-W. Le modèle T38-W est soudé sur la bride. Le modèle T30 est fixé à la bride à l'aide d'un écrou. Le guide-bride doit être monté sur la bride du réservoir avant le montage du jaugeur sur le piquage du réservoir.

##### ✓ Inclinaison-guide-bride modèle T30 :

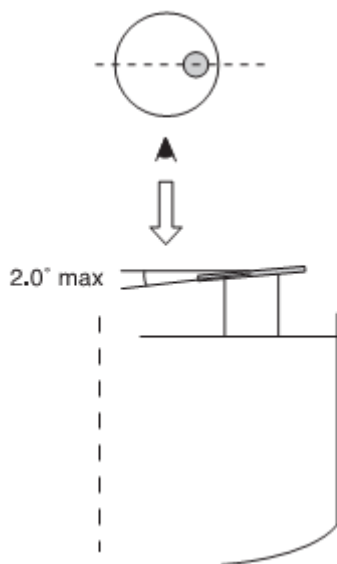
Pour ce modèle, la bride peut s'écarter d'un maximum de  $4,5^\circ$  de la robe du réservoir et s'incliner d'un maximum de  $2^\circ$  vers la robe du réservoir. Elle doit également être horizontale, avec une tolérance de  $-3^\circ$ , le long de la robe du réservoir, voir figure III.1, figure III.2 et Figure III.3.



**Figure III.1.** Inclinaison maximum de la bride le long de la robe du réservoir.



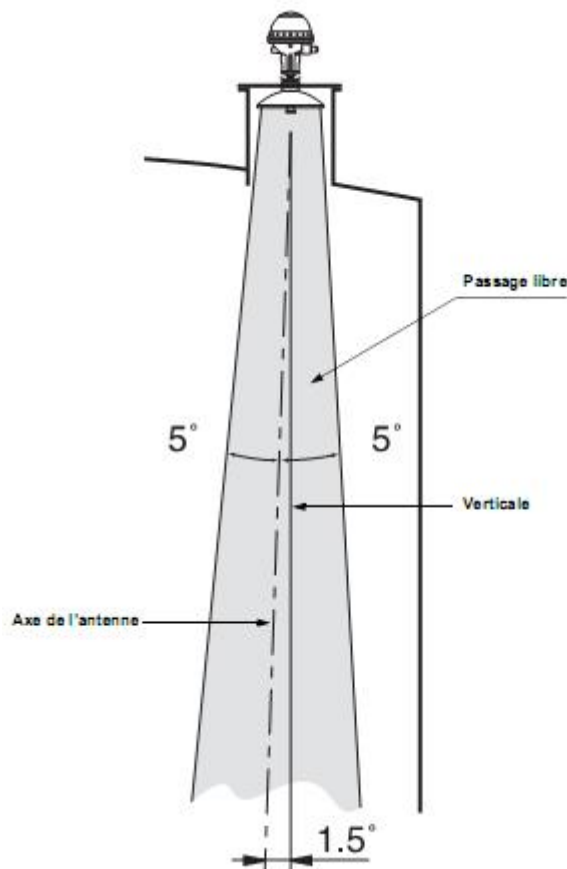
**Figure III.2.** Inclinaison maximum de la bride vers le centre du réservoir.



**Figure III.3.** Inclinaison maximum de la bride vers la robe du réservoir.

### III.1.1.2 Exigences en matière d'espace libre :

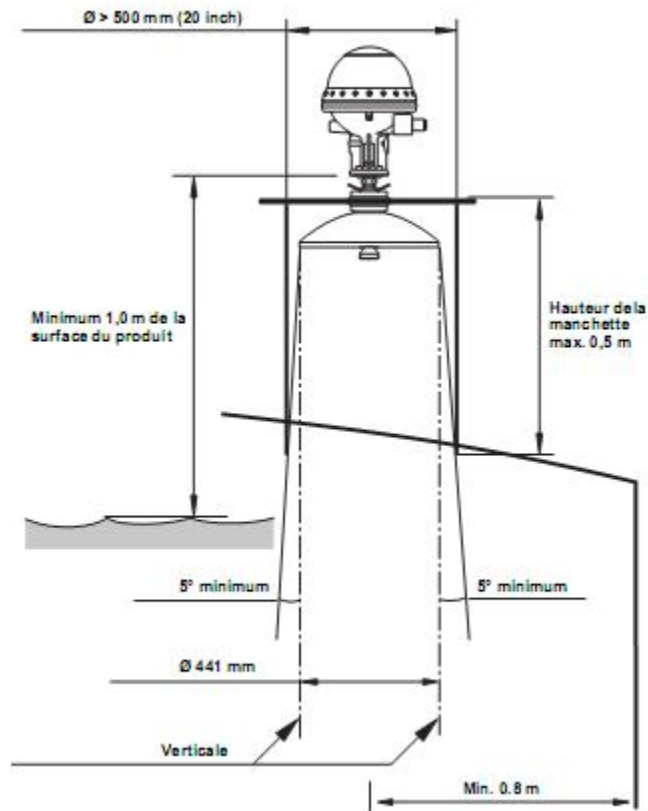
Le faisceau radar du jaugeur à antenne parabolique a une largeur de  $10^\circ$ . Il ne peut généralement y avoir aucun obstacle (barres de structure, tuyaux de diamètre supérieur à 2", etc.), dans le faisceau car ils risquent de provoquer des échos perturbateurs. Cependant, dans la plupart des cas, des parois lisses ou des serpentins de réchauffage n'auront aucune influence sur le faisceau radar.



"Exigences en matière d'espace libre".

### III.1.1.3 Manchette :

La hauteur d'une manchette de  $\phi 20''$  ne peut pas dépasser 0,5m. Des manchettes d'un diamètre supérieur peuvent aussi être plus hautes. Dans ce cas, il faut prévoir un passage libre pour le faisceau radar dans un angle de  $5^\circ$  à partir du bord du réflecteur parabolique vers l'extrémité de la manchette.

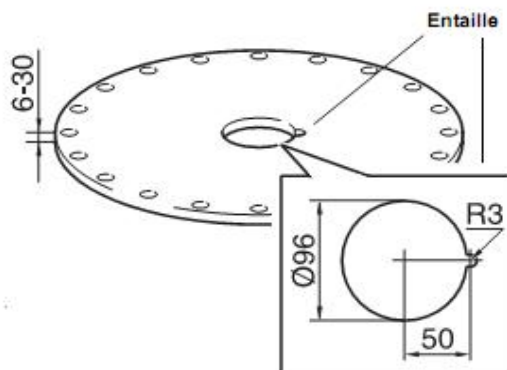


“Manchette”.

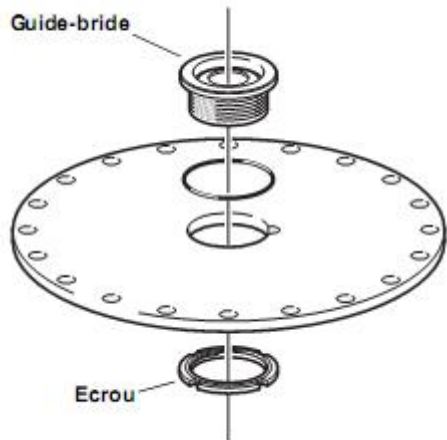
#### III.1.1.4 Installation recommandé :

La distance de la robe du réservoir à l’axe de l’antenne doit être d’au moins 0,8m. La distance de la bride à la surface du produit ne peut pas être inférieure à 1,0m. Il est possible de conserver une précision maximale à des distances inférieures à 1,0m.

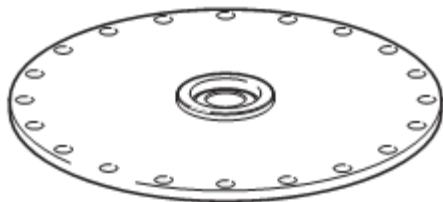
#### III.1.1.5 Montage du guide-bride T30 : il faut suivre les étapes suivantes



1. Utiliser une bride d’une épaisseur de 6-30mm. Vérifier que le diamètre du trou est de 96mm. Pratiquer une petite entaille d’un coté du trou de la bride.

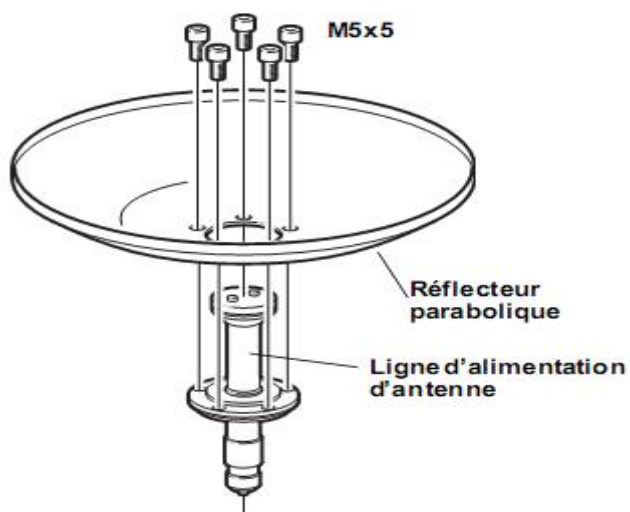


2. Placer le joint torique sur la bride et insérer le guide-bride dans le trou de la bride. Vérifier à ce que le tenon situé sur le coté du guide-bride s'adapte dans l'entaille correspondante de la bride.

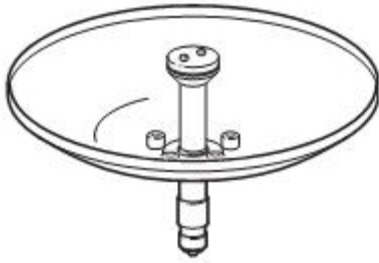


3. Serrer l'écrou de manière à fixer fermement le guide-bride à la bride (couple 50Nm).

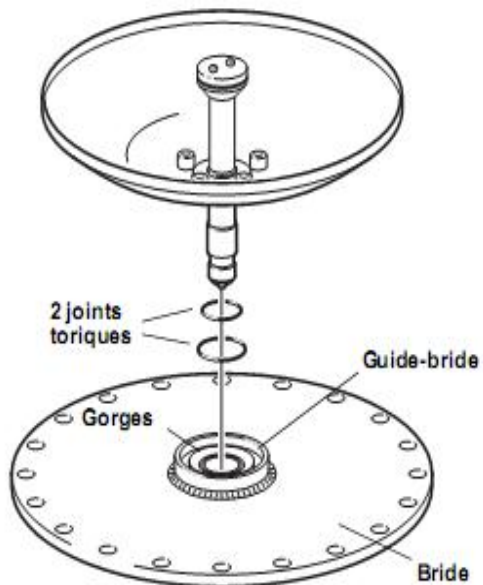
#### III.1.1.6 Montage de l'antenne :



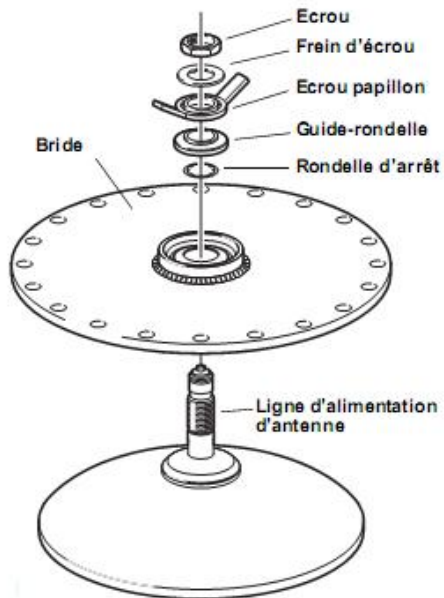
1. Placer le réflecteur parabolique sur la ligne d'alimentation de l'antenne et monter les cinq vis M5.



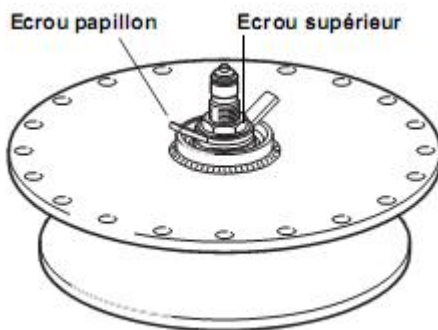
2. Serrer les vis.



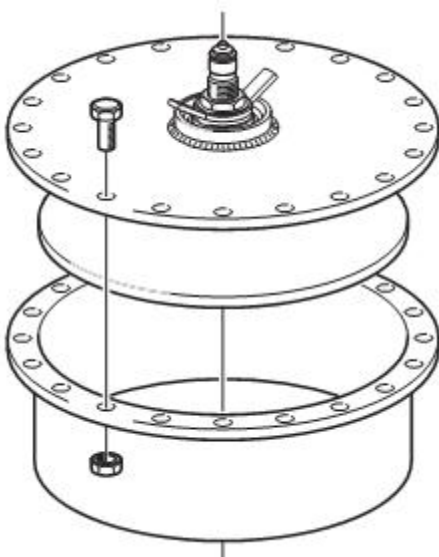
3. Placer les deux joints toriques dans les gorges de la surface supérieure du guide-  
bride.



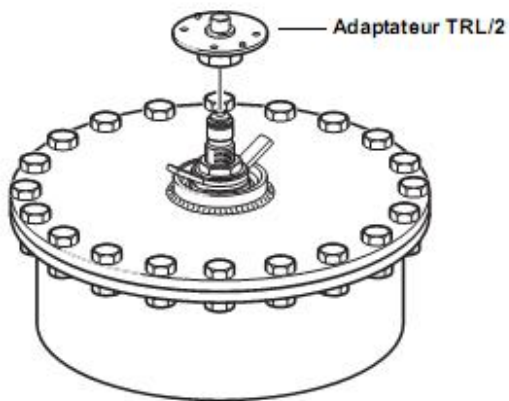
4. Retourner la bride et insérer la ligne d'alimentation d'antenne dans le trou de la bride. Monter les rondelles et les écrous.



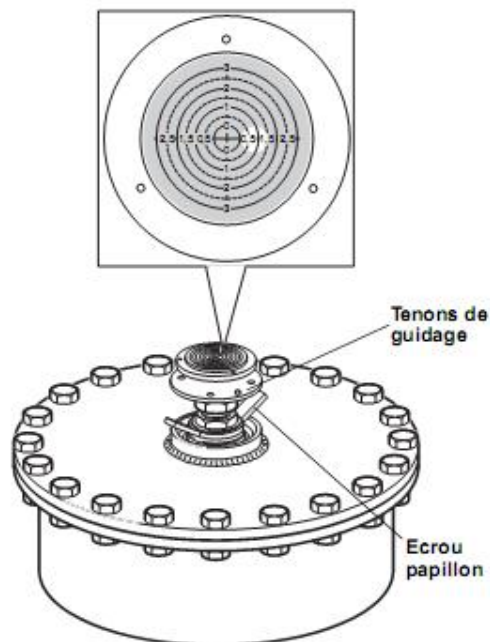
5. Serrer légèrement l'écrou papillon et l'écrou supérieur.



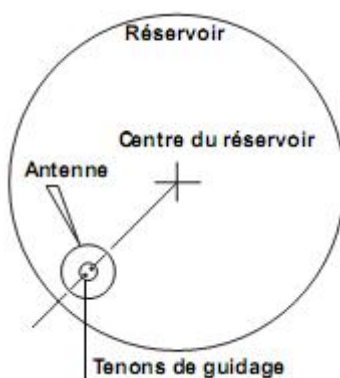
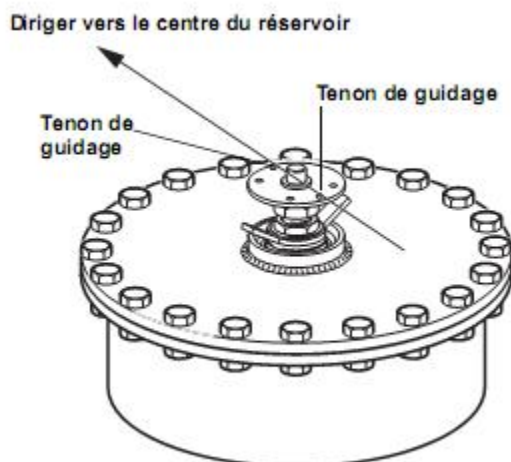
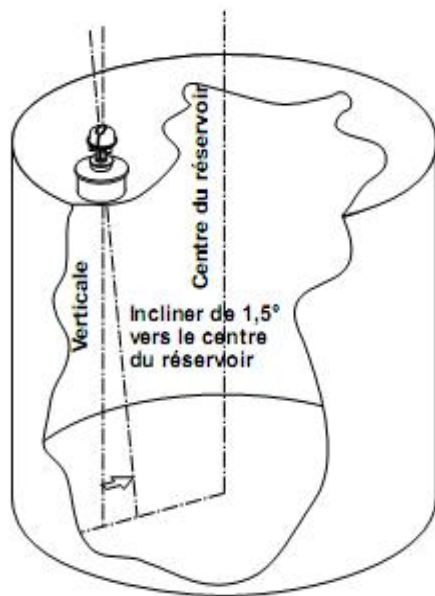
- Placer l'ensemble antenne et bride sur le piquage du réservoir et serrer les vis de la bride.



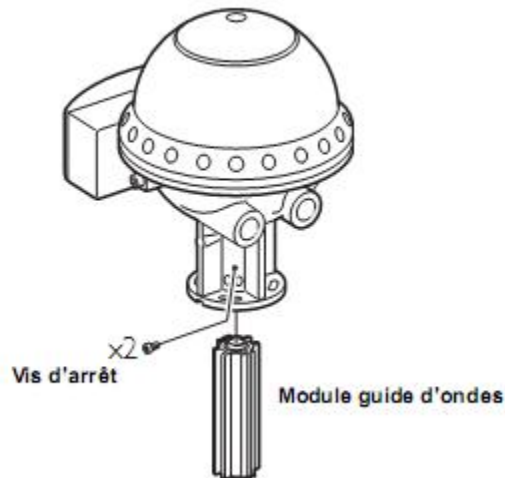
- Placer l'adaptateur TRL/2 sur la ligne d'alimentation d'antenne.



- Placer le niveau sur l'adaptateur TRL/2 et régler l'antenne de manière qu'elle soit inclinée de  $1,5^\circ$  vers le centre du réservoir.

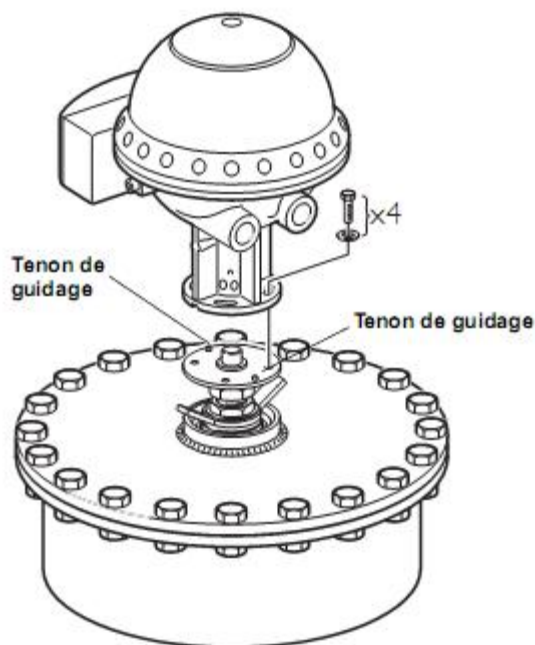


9. Faire tourner l'antenne de manière que les tenons de guidage de l'adaptateur TRL/2 soient dirigés vers le centre du réservoir.  
Serrer l'écrou papillon.



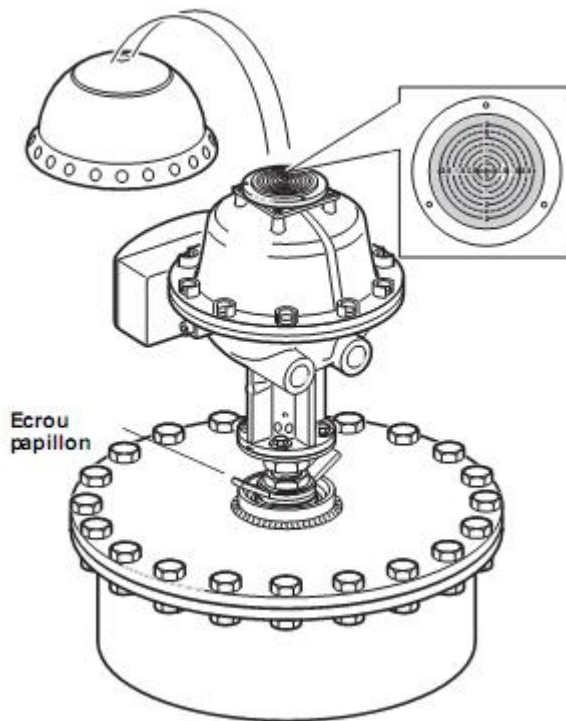
10. Monter le module guide d'ondes sur la base de la tête émettrice. L'une des extrémités du module guide d'ondes est munie de deux vis avec rondelles.

.Monter le module guide d'ondes en insérant cette extrémité dans la base de la tête émettrice. Introduire les vis d'arrêt et serrer-les.

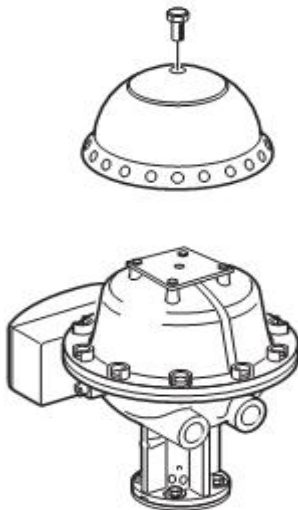


11. Monter prudemment la tête émettrice sur l'adaptateur TRL/2. Faire correspondre les tenons de guidage de l'adaptateur TRL/2 avec les trous situés sur la base de la tête émettrice.

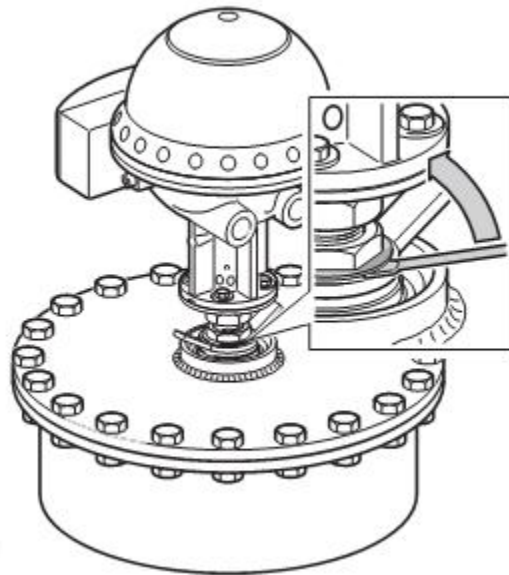
Serrer les 4 vis.



12. Elever le capot de protection contre les intempéries et placer le niveau sur la tête émettrice pour contrôler que l'inclinaison du jaugeur est toujours de  $1,5^\circ$  vers le centre du réservoir. Si ce n'est pas le cas, il faut desserrer l'écrou papillon et régler l'émetteur.



13. Replacer le capot de protection contre les intempéries sur la tête émettrice.



14. Serrer fermement l'écrou papillon. Serrer l'écrou supérieur et bloquer-le en rempliant le frein d'écrou sur l'écrou.

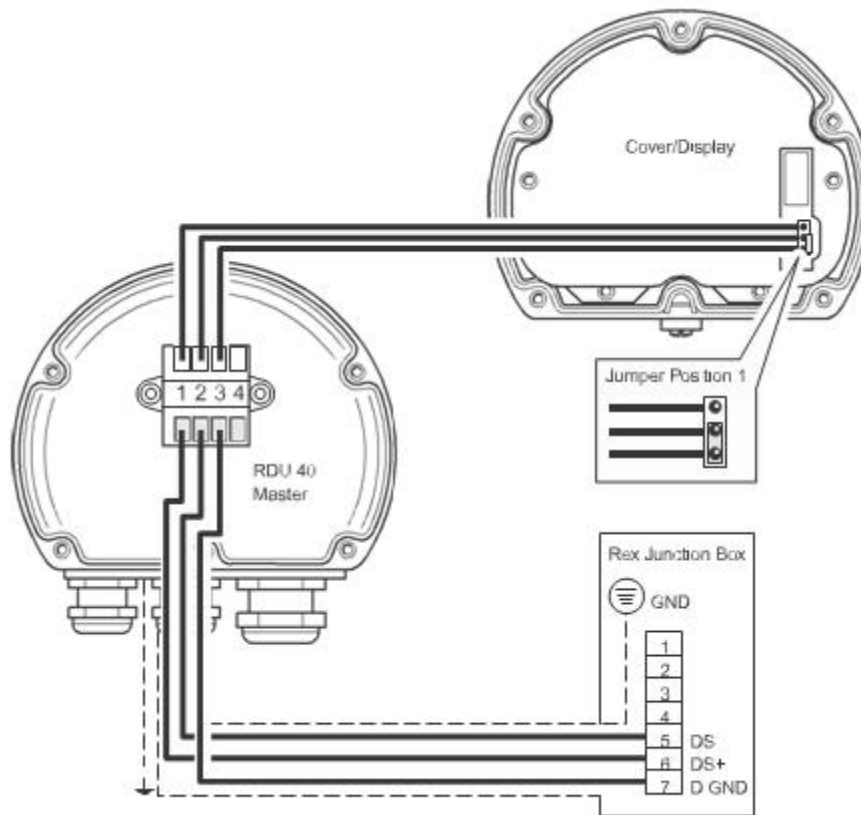
### III.1.2 Montage de la RDU40 :

#### ▼ Installation :

Son installation se fait facilement et elle se fixe au pied de bac pour permettre la lecture de niveau sans avoir besoin de monter jusqu'au toit du bac.

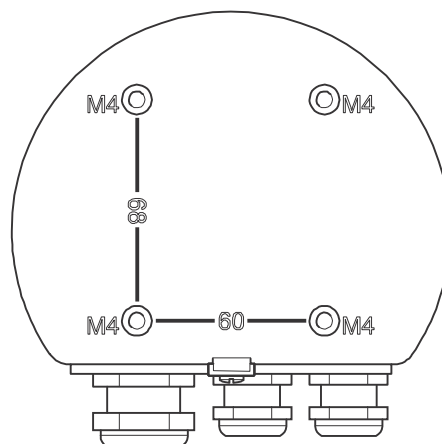
Pour l'installer il faut Dévisser et déposer les six (06) vis du couvercle de la RDU40. Déposer le couvercle en faisant attention au dispositif de verrouillage de la trappe de protection contre les intempéries.

La RDU40 sera raccordée à la boîte de jonction TankRadar REX pour raccordement par câble.



**Figure III.4.** Installation de la RDU40.

N'importe lequel des trois presse-étoupe peut être utilisé pour acheminer le câble dans la RDU40. Raccorder la RDU40 à la borne X12 de la boîte de jonction REX comme illustré à la figure III.4.



**Figure III.5.** Arrière de la RDU40.

Ensuite il faut contrôler le joint et reposer le dispositif de verrouillage de la trappe de protection contre les intempéries à sa place lors de remonter le couvercle de la RDU.

Il faut après Serrer fermement les six(06) vis.

Finalement Monter la RDU 40 à l'aide des quatre vis M4. Les distances entre les vis sont de 60 mm et 68 mm, conformément à l'arrière de la RDU 40.

### III.1.3 Installation de la Sonde de température ou (MST) :

La sonde de température multipoints est facile à installer.

Elle est connectée au RTG de la manière suivante :

- directement sur le RTG avec un raccordement à retour commun (jusqu'à six éléments).

Sur le réservoir à toit fixe, la MST est fixée à une bride montée sur un piquage adéquat.

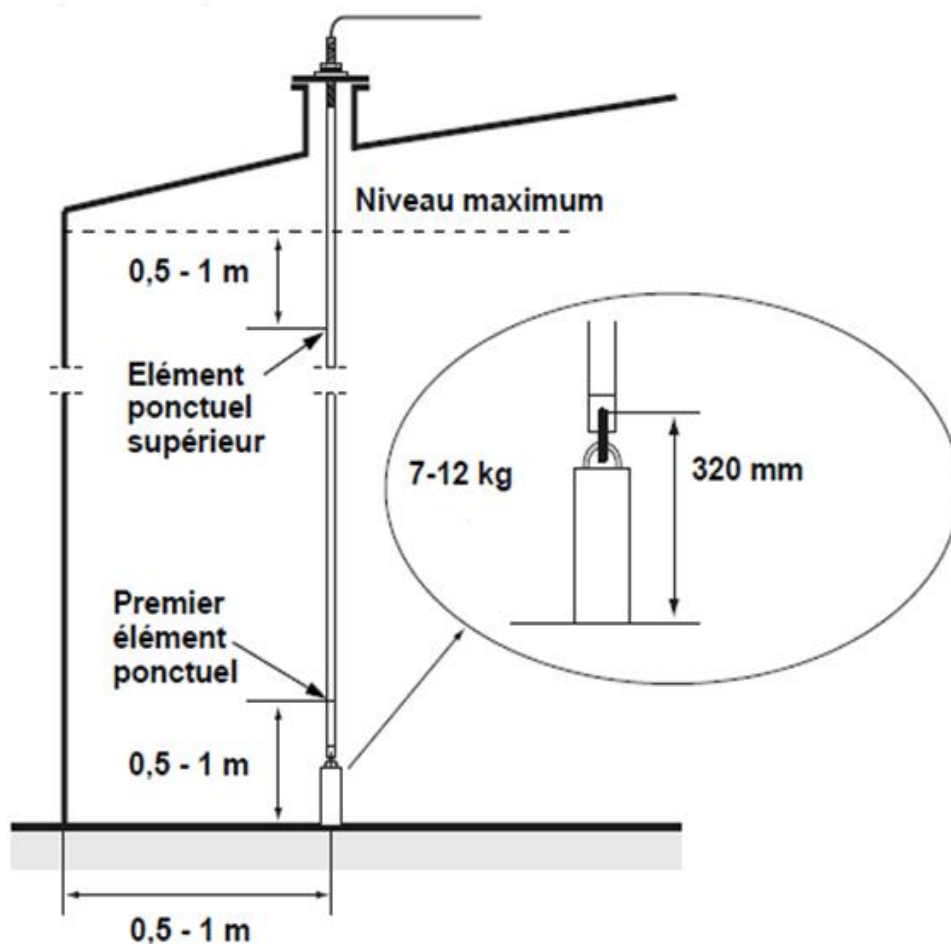
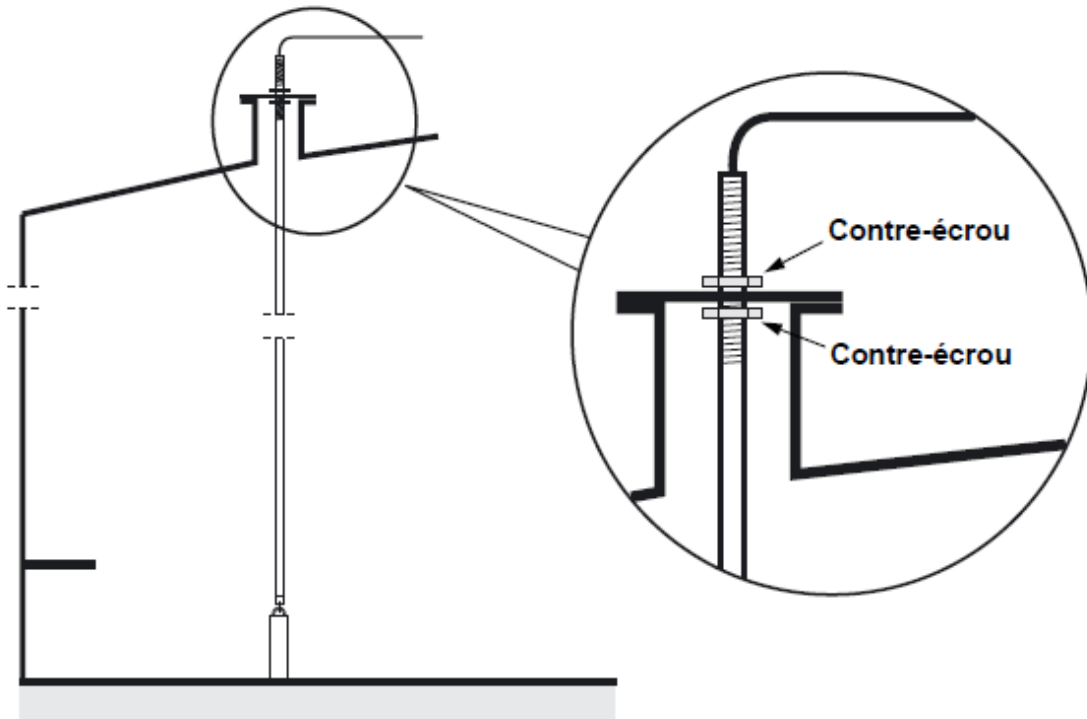


Figure III.6. Installation de sondes de température multipoints

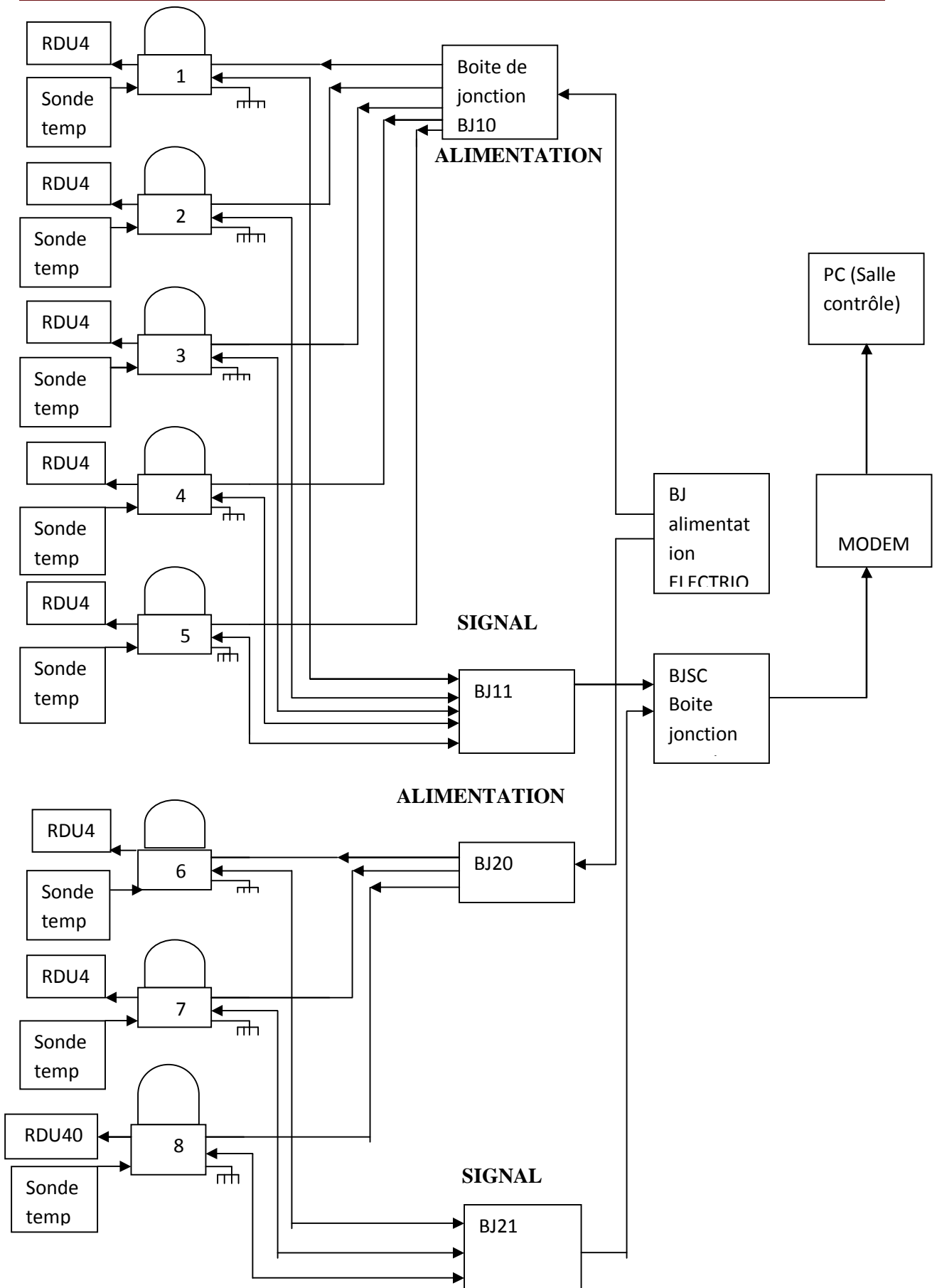


**Figure III.7.** Réglage des sondes de température.

Ici il faut utiliser les contre-écrous pour ajuster le tube de protection contenant les éléments de température ponctuels de manière à ce que le poids touche à peine le fond du réservoir.

### III.2 Installation électrique du système :

#### III.2.1 Schéma de raccordement du système de centralisation de niveau et de température :



✚ Pour les boîtes de jonctions BJ10, BJ20, BJ11, BJ21 : voir **annexes : 6, 7, 8, 9.**

### III.2.2 Câblage d'alimentation :

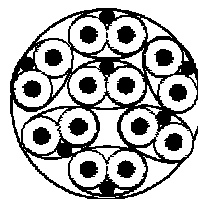
Les câbles utilisés pour l'alimentation doivent être adaptés à la tension d'alimentation concernée et agréés pour l'utilisation dans les zones dangereuses correspondantes. Aux U.S.A. par exemple, des tubes isolants antidéflagrants doivent être utilisés à proximité des réservoirs. La section des fils doit être choisie de manière à ne pas provoquer de chute de tension trop importante sur le trajet vers les appareils raccordés.

Les chutes de tension présentées ne doivent être considérées que comme des indications car les valeurs réelles dépendent du type de câble utilisé pour l'installation. Le jaugeur REX peut utiliser une plage de tensions d'alimentation plus large

- 100-240 V CA,
- 34-70 V CA,
- 48-99 V CC,
- 20-28 V CC.

### III.2.3 Câblage du bus TRL/2 :

Le bus TRL/2 demande une paire torsadée et blindée d'une section de 0,50 mm<sup>2</sup> minimum (AWG 20 ou similaire). La longueur de câble maximum du bus TRL/2 est d'environ 4 km. Le bus de terrain TRL/2 peut normalement utiliser les câbles existants dans la zone du réservoir.



**Figure III.8.** Paires de câbles blindés.

Chaque bus TRL/2 peut connecter jusqu'à 8 unités.

### III.2.4 Mise à la terre :

Conformément au code de pratiques nationales, la tête émettrice ou l'unité d'acquisition de données peuvent être mises à la terre par raccordement d'un fil extérieur de 4 mm<sup>2</sup> à un réseau d'équipotentialité ou, en son absence, à la structure du réservoir. A cet effet, l'enceinte est pourvue d'une patte de mise à la terre.

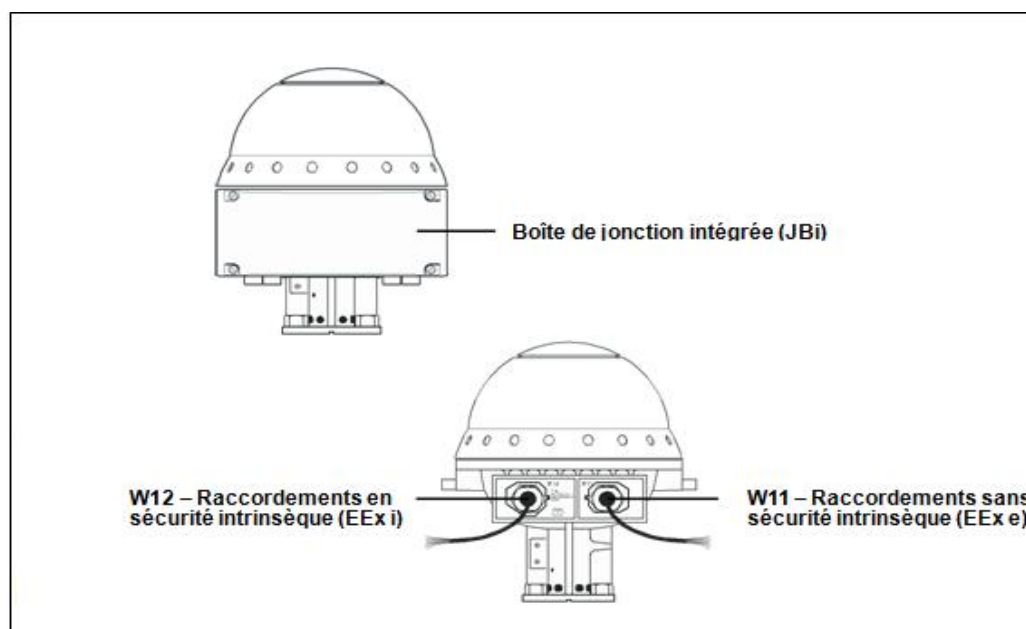
### III.2.5 Installation électrique des jaugeurs REX :

#### III.2.5.1 Raccordement du jaugeur radar 3900 :

Le RTG 3900 est équipé de deux sorties de câble pour raccordements en sécurité intrinsèque et sans sécurité intrinsèque. Les fils sont clairement identifiés par des chiffres et leur dénomination indiquée sur une plaque imprimée située aux sorties des câbles.



Figure III.9. Raccordements électriques du RTG 3900 REX.



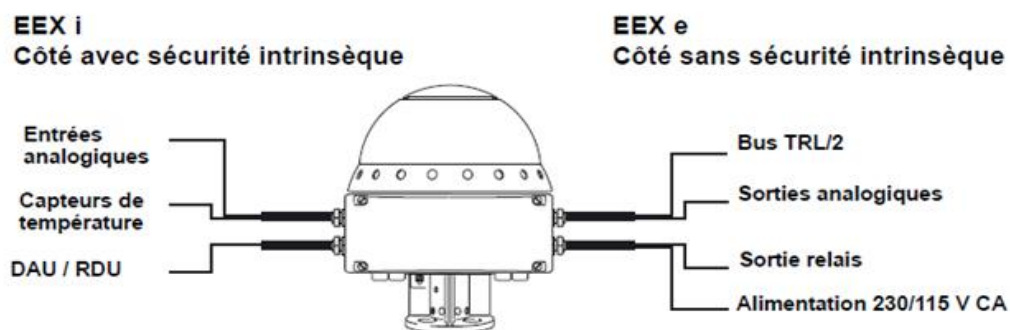
La partie « w11 » sans sécurité intrinsèque sert pour le raccordement des câbles de :

- l'alimentation (tierce : phase, neutre, terre interne).
- le signal (le TRL/2).
- mise à la terre.

Et les fils de la sortie de câble qui ne sont pas utilisés doivent être correctement isolés et terminés dans la boîte de jonction.

La partie « w12 » au raccordement en sécurité intrinsèque pour :

- l'unité d'affichage RDU40 (tierce aussi).
- la sonde de température (tierce aussi).
- les entrées analogiques.



**Figure III.10.** RTG 3900 avec boîte de jonction intégrée.

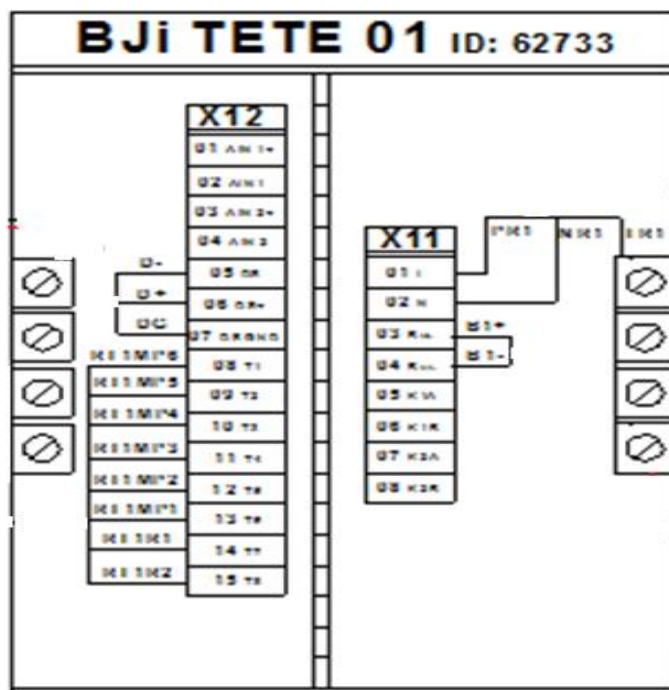


Figure III.11. L'intérieur de la boîte de jonction du jaugeur exemple le 1<sup>er</sup>.

#### ▼ Côté sécurité intrinsèque - EEx i :

La borne X12 est utilisée pour les raccordements en sécurité intrinsèque suivants :

Raccordement	Description
1	Entrée analogique 1 + / HART
2	Entrée analogique 1 - / HART
3	Entrée analogique 2 +
4	Entrée analogique 2 -
5	Signal DAU/RDU40
6	Alimentation DAU/RDU40
7	Terre DAU/RDU40
8	T1 (sonde de température)
9	T2 (sonde de température)
10	T3 (sonde de température)
11	T4 (sonde de température)
12	T5 (sonde de température)
13	T6 (sonde de température)
14	T7 (sonde de température)
15	T8 (sonde de température)

Tableau III.1. Raccordements en sécurité intrinsèque à la borne X12.

### ▼ Côté non sécurité intrinsèque - EEx e :

La borne X11 est utilisée pour les raccordements suivants en version de base :

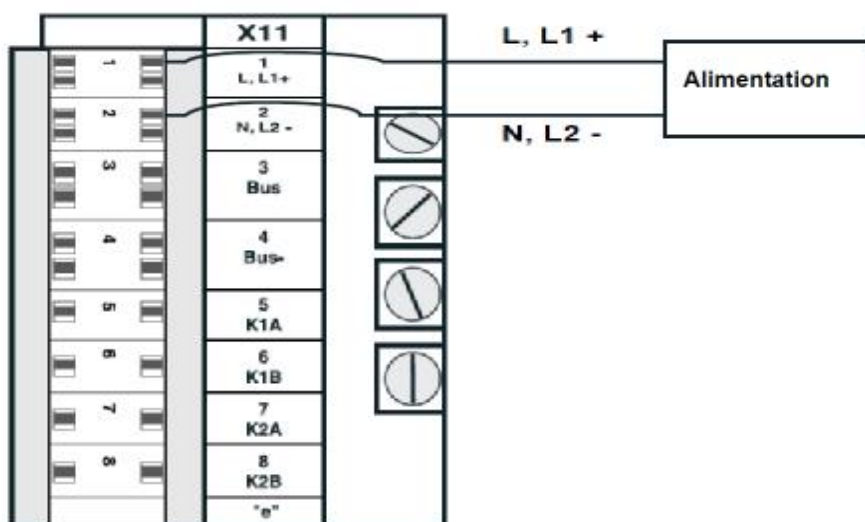
Raccordement	Description
1	Alimentation L, L1+
2	Alimentation N, L2-
3	Bus de terrain
4	Bus de terrain
5	Relais K1A
6	Relais K1B
7	Relais K2A (en option)
8	Relais K2B (en option)

**Tableau III.2.** Raccordements à la borne X11.

Il est recommandé d'utiliser un câble blindé. Raccorder le blindage à une extrémité du câble seulement pour éviter les boucles de mise à la terre.

#### III.2.5.2 Alimentation du jaugeur RTG :

L'émetteur 3900 REX accepte les tensions 100-240 VCA, 50-60 Hz et max.80W. En option, il peut être adapté aux tensions 37-70 V CA, 48-99 V CC ou 24 CC. La carte transformateur-redresseur (TRC) intégrée s'adapte automatiquement à la tension d'alimentation connectée.



**Figure III.12.** Raccordement de l'alimentation.

### III.2.6 Raccordement de la RDU40 :

REX peut interfacer un afficheur déporté (RDU 40). Le panneau d'affichage utilise trois fils :

- Tension d'alimentation du panneau d'affichage
- Signal
- Terre

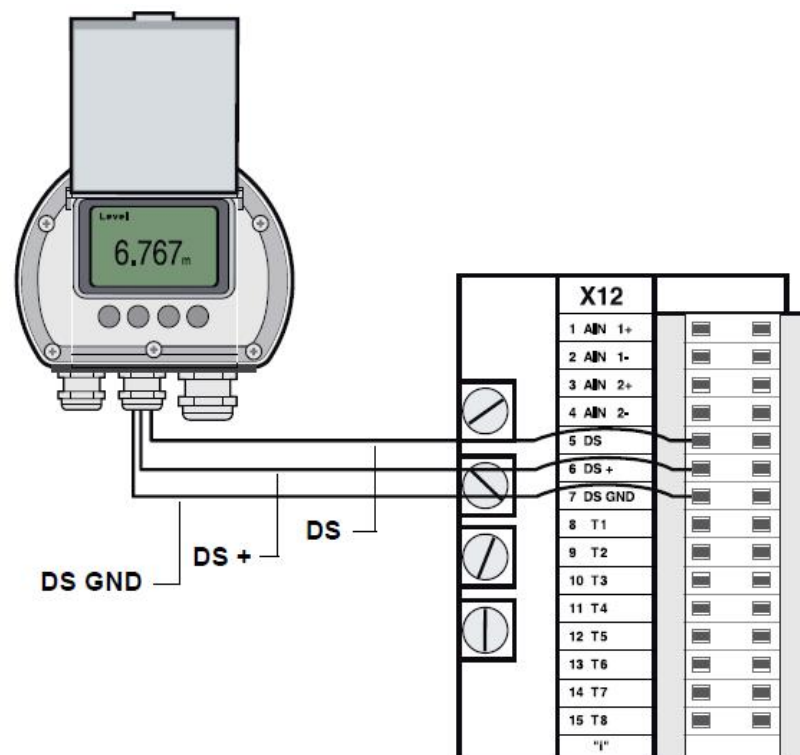


Figure III.13. Raccordement d'un afficheur déporté (RDU 40).

Afin de garantir un fonctionnement correct et satisfaisant aux exigences EMC, le câble entre la RDU 40 et la boîte de jonction REX doit répondre aux exigences suivantes :

- Câble blindé. Minimum 3 fils. Le blindage doit être raccordé sur sa périphérie dans le presse-étoupe de la RDU 40 et raccordée à la terre dans la boîte de jonction REX ;
- Tous les fils doivent avoir une isolation individuelle d'au moins 0,25 mm ;
- Longueur totale maximale de 100 m, maître et esclave inclus ;

- Minimum AWG 20 ou 0,5 mm<sup>2</sup> pour chaque fil.

Le châssis de la RDU 40 sera localement mis à la terre sur le réservoir. Il faut utiliser au minimum un fil 4 mm<sup>2</sup> ou AWG 11. Un raccordement supplémentaire à terre de la baie de distribution de l'alimentation ou de la boîte de jonction REX n'est pas recommandé, sauf si le code de pratique national l'exige. Il peut se produire une boucle de mise à la terre avec le courant circulant.

Si un câble à double blindage est utilisé, un blindage doit être raccordé à la terre dans la boîte de jonction REX, et l'autre raccordé sur sa périphérie à l'intérieur du presse-étoupe de la RDU 40.

### **III.2.7 Raccordement de la Sonde de température :**

L'émetteur REX peut être raccordé à un maximum de six (06) éléments de températures ponctuels si la carte multiplexeur de température (TMC) est installée. Cette dernière doit être configurée en fonction du type de capteur utilisé.

- Les raccordements internes à la carte TMC doivent être correctement configurés pour 1-6 éléments avec retour commun (port X2 de la TMC) ;
- La carte TMC doit être adaptée au type de capteur utilisé.

#### **III.2.7.1 Raccordement des capteurs de température :**

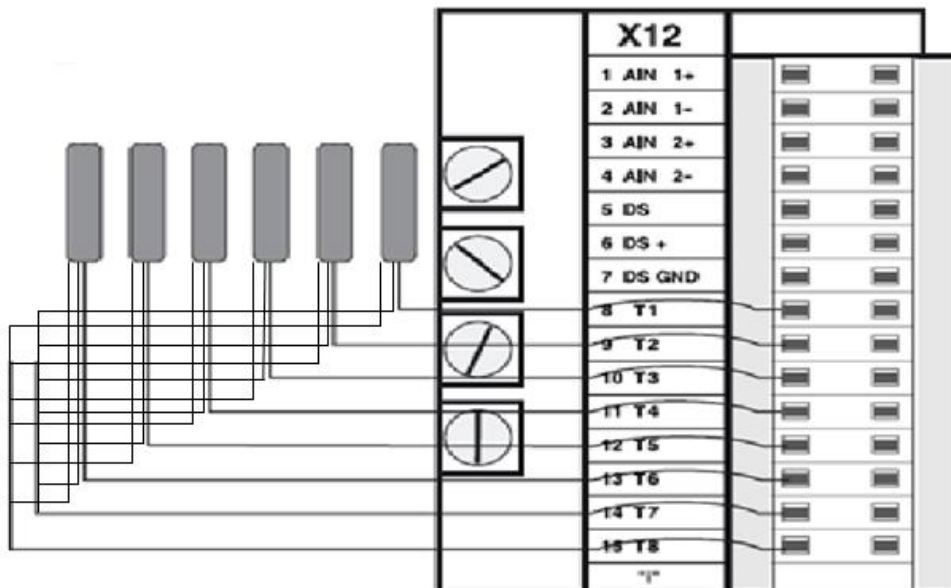
Les capteurs de température doivent être raccordés dans l'ordre correct, en commençant par la connexion X12:8 pour le premier capteur de température. Les autres capteurs sont raccordés comme indiqué dans le tableau III.3.

#### **III.2.7.2 Eléments ponctuels de mesure moyenne/multipoints :**

Les éléments de mesure moyenne et multipoints utilisent un fil par capteur et une connexion inférieure commune ainsi qu'un courant de retour commun.

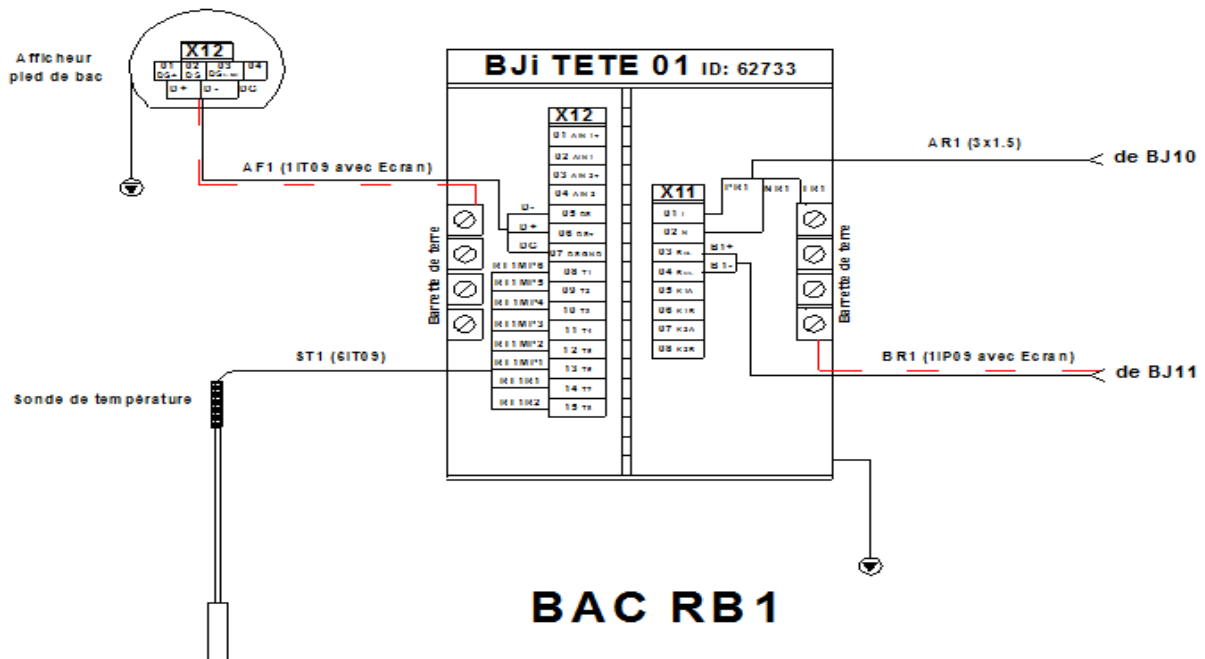
Sonde	Raccordement
1	X12 : T8
2	X12 : T9
3	X12 : T10
4	X12 : T11
5	X12 : T12
6	X12 : T13

**Tableau III.3.** Raccordements des sondes de température avec fil de retour commun.



**Figure III.14.** Raccordement des sondes de température avec fil de retour commun à la borne X12.

### III.2.8 Résumé du raccordement de la sonde et de la RDU40 au jaugeur RTG : exemple pour BAC1.



✚ Pour les autres voir **annexe 10**.

La même façon de raccordement est suivie pour tous les autres jaugeurs.

### III.2.9 Raccordement PC :

Le modem FBM2180 est relié au PC tank master à l'aide de l'une des deux façons suivantes :

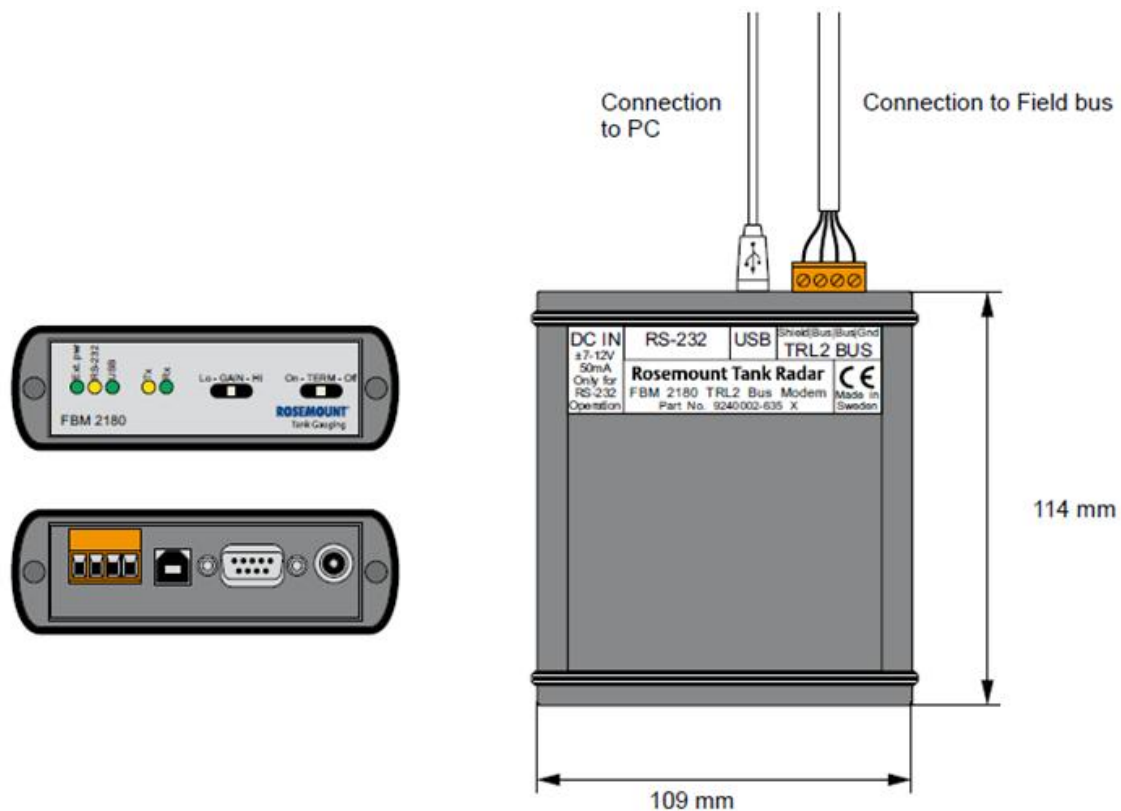
- Un câble RS 232 et dans ce cas un câble d'alimentation séparé (fourni) est nécessaire.
- Un câble USB, dans ce cas pas de câble d'alimentation exigé puisque le PC alimente le modem via le port USB.

### III.2.10 Raccordement du modem pour bus de terrain, FBM 2180 :

Le modem pour bus de terrain est fourni en standard avec un câble de 3m pour la connexion RS-232C au PC ou avec un port USB. La connexion au bus TRL/2 est assurée par une paire de fils torsadée. N'étant pas protégé contre les explosions, le modem pour bus de terrain ne peut pas être utilisée en zone dangereuse. Ce modem est alimenté par un convertisseur CA/CC (6-20 V, 10 mA) fourni par Rosemount Tank Gauging.

- **Son alimentation :**

Le modem du bus de terrain nécessite une alimentation de 6-12 V CC, 150 mA. Normalement, le modem du bus de terrain comporte sa propre alimentation électrique. Le FBM peut aussi être alimenté via le port RS232 du PC.



**Figure III.15.** Connexion d'un modem pour bus de terrain.

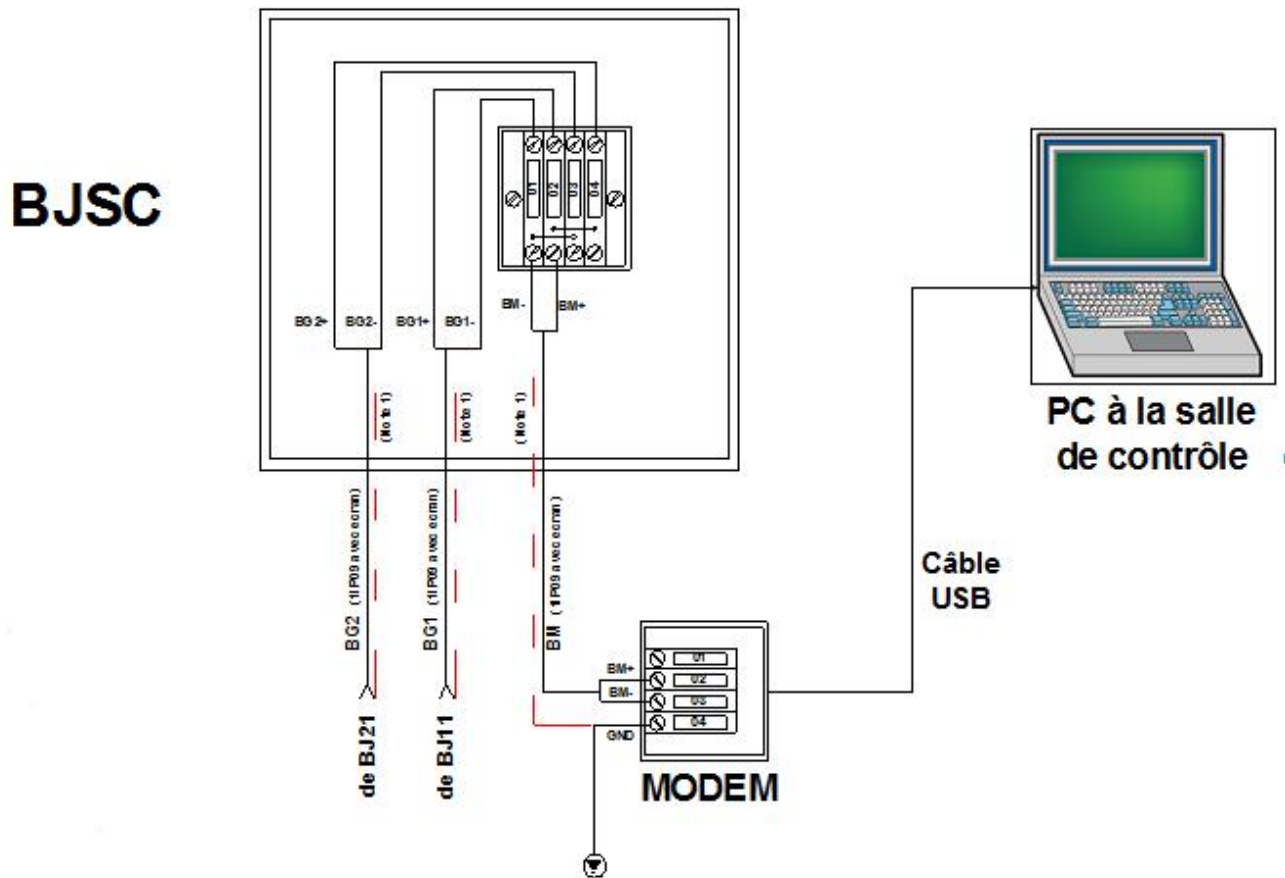


Figure III.16. Raccordement des câbles du signal de la BJ vers la salle de contrôle.

# CHAPITRE IV

## Logiciel de supervision et de simulation TankMaster



Un grand parc de stockage tel que celui du port nécessite l'utilisation d'un logiciel de supervision pour la gestion complète de l'inventaire des réservoirs. Pour cela un logiciel est développé pour le système de jaugeage de réservoirs Rosemount appelé le TANK MASTER. Ceci garantit un système de pointe, fiable et assorti d'un support technique complet et mondial.

Il propose des fonctions d'inventaire et de transactions commerciales, de configuration, d'entretien, de réglage, pour le système de jaugeage de réservoir de Rosemount.

### IV.1 TankMaster : (Logiciel Tank intelligence)

TankMaster est une puissante interface homme-machine fonctionnant sous Windows, et destinée à la gestion de l'inventaire des réservoirs. Elle propose des fonctions de configuration, de maintenance, de réglage, d'inventaire et de transaction commerciales pour le système TankRadar Rex.

Tous les calculs sont basés sur les normes API et ISO en vigueur. Il permet d'installer facilement des appareils tels que jaugeurs à émetteur radar.

Les opérateurs auront un aperçu succinct ainsi que des vues détaillées de toutes les données de télé-jaugeage des réservoirs en temps réel ou en mode différé, pour l'ensemble de tout le parc de réservoirs, réservoir par réservoir et produit par produit. Le système TankMaster est compatible avec le protocole TRL/2 Modbus et peut se connecter via des interfaces telles que RS232.

TankMaster se compose de deux modules logiciels principaux :

- **Winsetup** : est le logiciel utilisé pour configurer l'ensemble du système Rex. Le programme Winsetup est fourni avec tous les systèmes TankRadar Rex comme outil de configuration et de réglage et d'entretien des appareils de télé-jaugeage (d'autres fonctions sont disponibles en option en fonction du logiciel utilisé).
- **Winopi** : est un logiciel d'inventaire complet.

#### IV.1.1 Les avantages de TankMaster :

- Configuration rapide et interactive des jaugeurs et des paramètres des réservoirs.
- Affichage convivial du contenu et de l'activité des réservoirs.
- Contrôle et reporting permanent du statut des alarmes et des événements.
- Retransmission de toutes les données d'inventaire dans le système d'automatisme ou de gestion usine.

- Toutes les données des réservoirs sont enregistrées dans une base de données dédiée.
- Compatible sur PC standard équipé de Windows.
- Vues personnalisées.

### IV.1.2 Installation d'un système de jaugeage de réservoirs :

L'installation d'un système de jaugeage de réservoirs repose sur deux activités principales :

- Installation des réservoirs ;
- Installation des appareils.

#### Ø Installation du réservoir :

L'installation du réservoir consiste à spécifier le type de réservoir, le jaugeur à associer au réservoir et les signaux source à utiliser comme entrée pour les différents paramètres des réservoirs.

#### Ø Installation des appareils :

L'installation des appareils est un ensemble de tâches consistant à configurer la communication par bus de terrain, à spécifier la hauteur du réservoir et autres paramètres géométriques, à spécifier le type d'antenne à utiliser, à configurer les sondes de température, et autres appareils externes.

### IV.1.3 Paramètres d'inventaire :

#### IV.1.3.1 Traitement des alarmes :

TankMaster d'une fonction de synthèse des alarmes, d'un journal des alarmes et d'un journal des événements d'alarmes permettant un traitement sûr et efficace des alarmes. Lorsqu'une icône d'alarme se met à clignoter. L'opérateur peut définir différents sons pour chaque type d'alarme.

Les alarmes sont personnalisées sur chaque station du réseau et une signature client est enregistrée à chaque accusé de réception. Il est possible de visualiser toutes les alarmes du système ou de les subdiviser par groupe ou par réservoir.

#### IV.1.3.2 Rapports :

TankMaster génère automatiquement des rapports standard pour chaque pause, chaque période de vingt-quatre heures ou pour tout autre intervalle défini par l'opérateur. Deux types de rapports standards peuvent être générés, journaux ou rapports de bilan massique,

par réservoir ou par groupe. Les paramètres des rapports peuvent être adaptés. Toutes les activités sont assorties d'une marque horaire permettant un suivi précis.

### IV.1.3.3 Sauvegarde :

La fonction de sauvegarde permet d'enregistrer les données de configuration des appareils et des réservoirs ainsi que les paramètres d'espace de travail de TankMaster.

Cette fonction nous permet de sauvegarder tous les paramètres de TankMaster dans un format facilement accessible qui facilite la restauration complète du système. La fonction de sauvegarde permet de restaurer les données suivantes :

- Configuration des réservoirs et des appareils ;
- Toute donnée d'historique créée précédemment ;
- Configuration de l'espace de travail (groupes de réservoirs, couleurs, paramètres du réseau, etc.).

## IV.2 Méthode de configuration :

### IV.2.1 WinSetup :

#### IV.2.1.1 Configuration d'un Radar :

##### ✓ Installation d'un nouveau radar :

Pour l'installation d'un nouveau radar, nous procédons comme suit :

1. Choisir dans l'espace de travail <<Devices>> (Radars) ;
2. Cliquer sur <<Install New>> et une fenêtre s'ouvre ;
3. Donner un nom pour le radar.
  - Devices (click droit) -> Install New.



### ✓ Modification d'un radar existant :

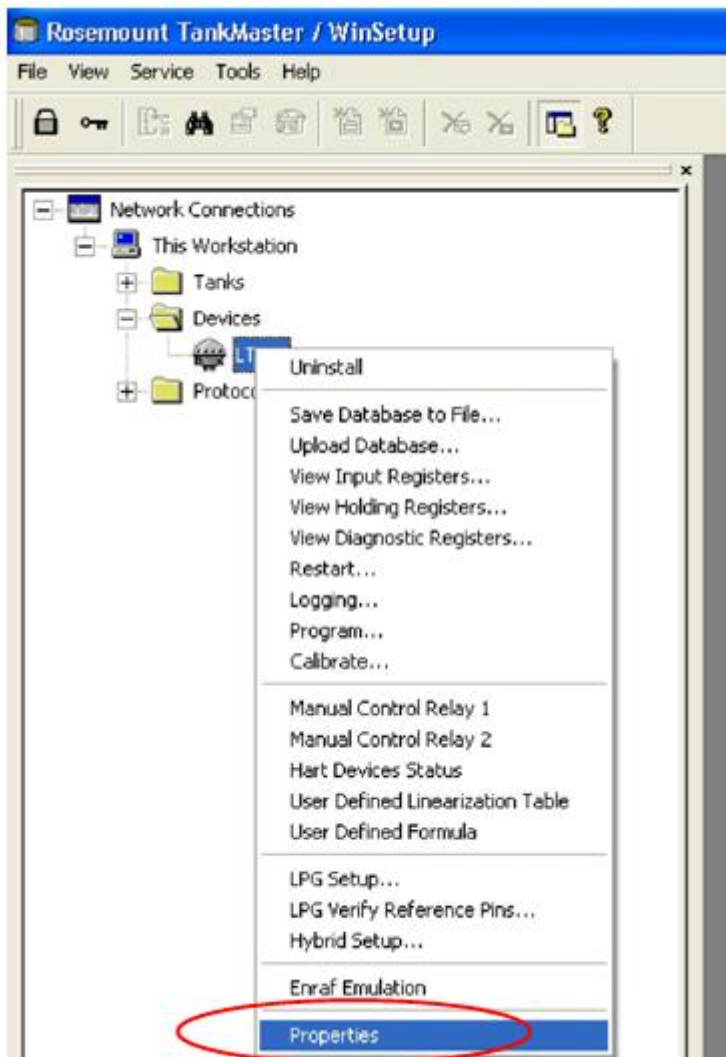
Pour modifier un radar existant, un simple click sur ce radar nous permet d'afficher une fenêtre où il faut choisir <<Propriétés>> (Propriétés), une nouvelle fenêtre ensuite s'affiche pour pouvoir modifier les caractéristiques de ce dernier.

Pour les modifications quatre étapes sont nécessaires et sont les même dans une nouvelle installation :

1. Configuration de la communication ;
2. Configuration de l'antenne et de la sonde de température ;
3. Configuration des distances du Bac ;

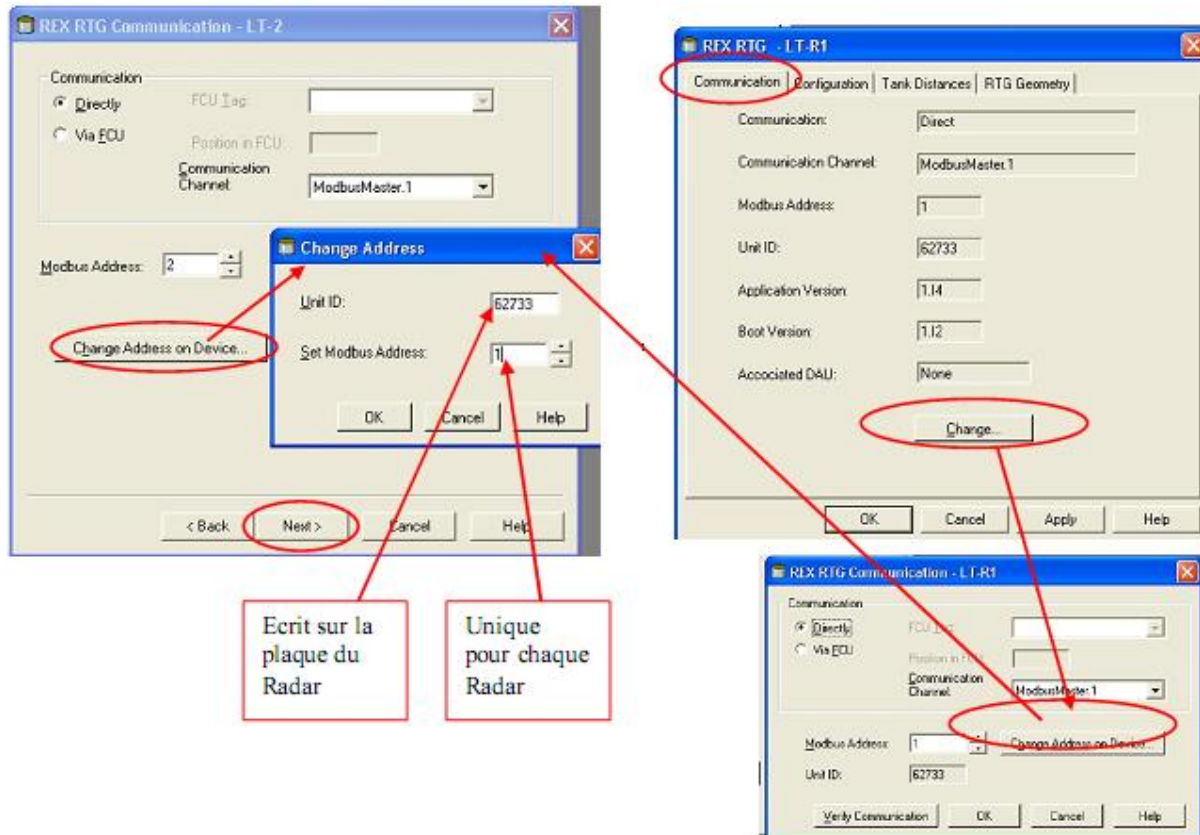
### 4. Configuration du placement du radar.

- LT-x (click droit sur le radar à modifier) -> Properties.



#### 1. Configuration de la communication :

Choisir <<Communication>> et puis cliquer sur <<Change>> :



Cette fenêtre nous permet de changer l'adresse qui est unique pour chaque radar, et écrire son identifiant (sur la plaque de chaque radar est écrit un identifiant spécifique « Unit ID »).



## 2. Configuration de l'antenne et de la sonde de température :

L'interface est la même pour l'installation et pour la modification, sauf le bouton <Next> sur l'écran suivant. La modification est gérée par les quatre onglets en haut.

Choisir <<Configuration>> :

1. La sonde comprend 6 points de mesure (taper manuellement)

2. Appuyer « Temp Input » pour continuer la configuration de la sonde

3. Le placement des capteurs de température selon le schéma

4. On peut exclure les points en cochant la case s'ils faussent la température moyenne (par exemple si le point 1 est trop proche au serpent)

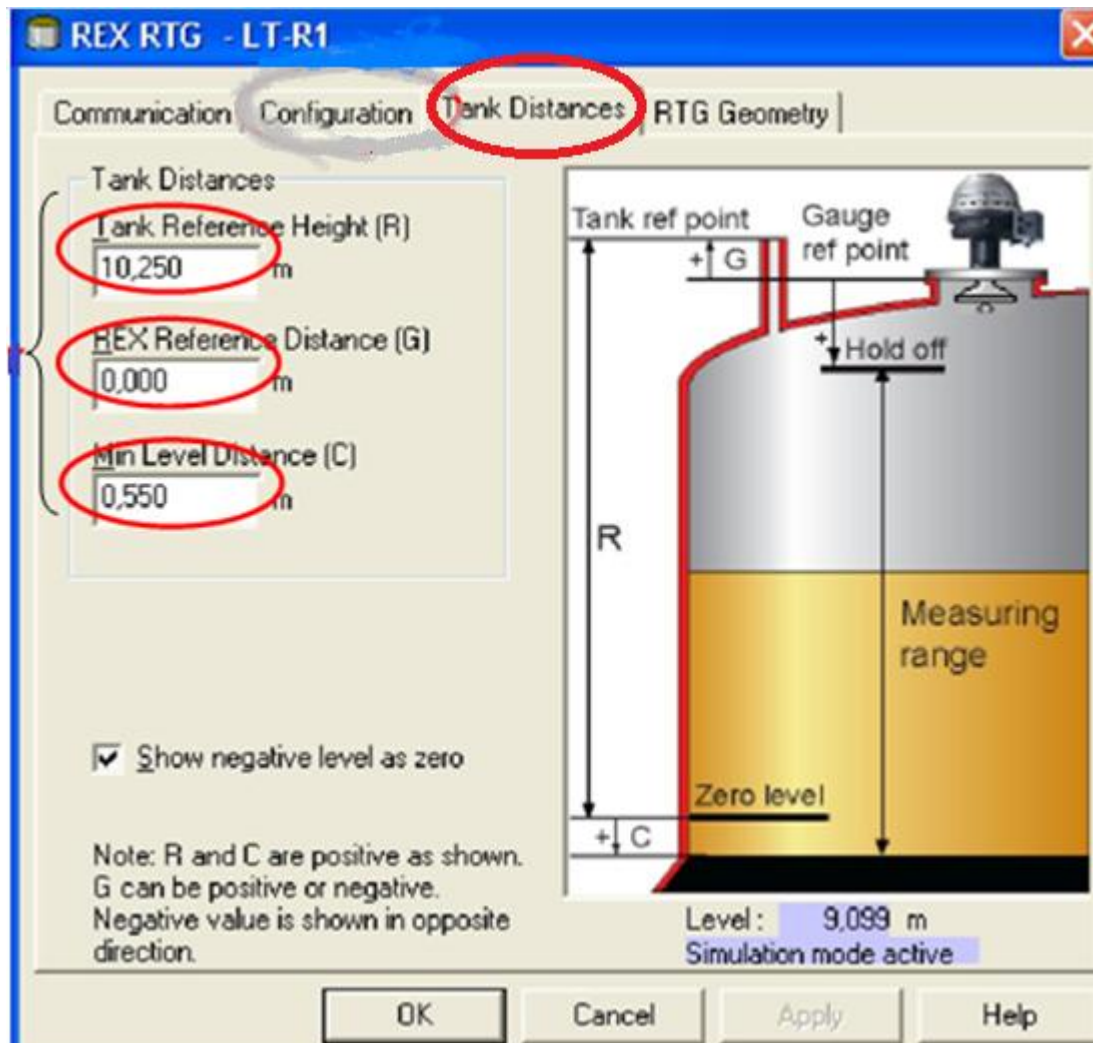
4. On peut définir la distance minimale entre la surface et le capteur pour l'inclure dans le calcul de la température moyenne

Exclude from Average Calculation	Sensor Position	Weight Factor in Average Calculation
<input type="checkbox"/>	9,300 m	1,0
<input type="checkbox"/>	7,940 m	1,0
<input type="checkbox"/>	6,580 m	1,0
<input type="checkbox"/>	5,220 m	1,0
<input type="checkbox"/>	3,860 m	1,0
<input type="checkbox"/>	2,500 m	1,0

Cette fenêtre permet de modifier le nombre de capteurs utilisés, pour modifier les distances entre les capteurs et ceux qui sont inclus dans le calcul de la température moyenne appuyer sur <<Temp Input>>.

### 3. Configuration des distances du bac :

Choisir <<Tank Distances>> :

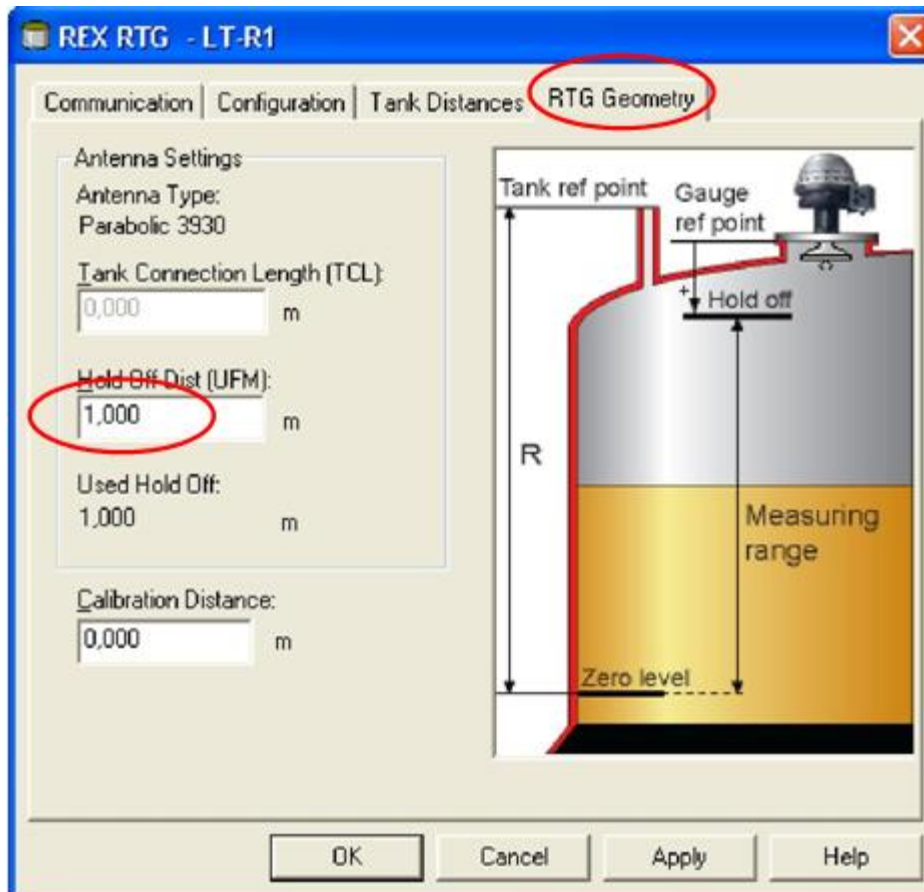


Dans cette fenêtre nous avons trois distances à configurer, et elles sont très importantes dans le calcul de niveau du produit dans le Bac :

- **R** : c'est la distance entre le point de référence minimum et le point de référence maximum.
- **G** : c'est la distance entre le trou d'homme (la bride) et le point de référence maximum.
- **C** : c'est la distance entre le fond du Bac et le point de référence minimum.

### 4. Configuration du placement du radar :

Choisir « RTG Geometry » :



Dans cette fenêtre nous avons une seule valeur à configurer située entre la bride et le niveau maximum du produit, appelée <<Hold Off>>, sa distance est entre : [0,8 ; 1] m.

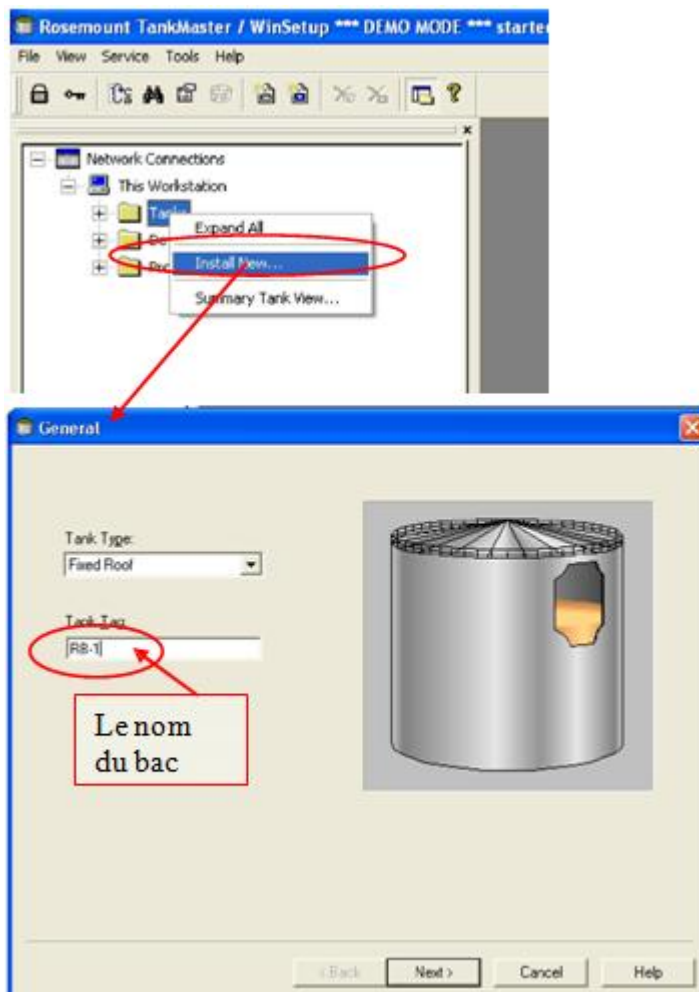
### IV.2.1.2 Configuration d'un Bac (Tank) :

La procédure d'installation d'un nouveau Bac est basée sur l'ajout d'un jaugeur de niveau (radar), et c'est simple à appliquer. Cette procédure inclus les étapes suivantes :

1. Spécifier le type de Bac : toit fixe, toit flottant, sphérique,...
2. Donner un nom pour ce Bac ;
3. Sélectionner le radar à associer pour ce Bac.

#### ✓ Installation d'un nouveau Bac :

Dans l'espace du travail sélectionner "Tanks" (Bacs) et cliquer sur le bouton droit de la souris ensuite sélectionner "Install New".

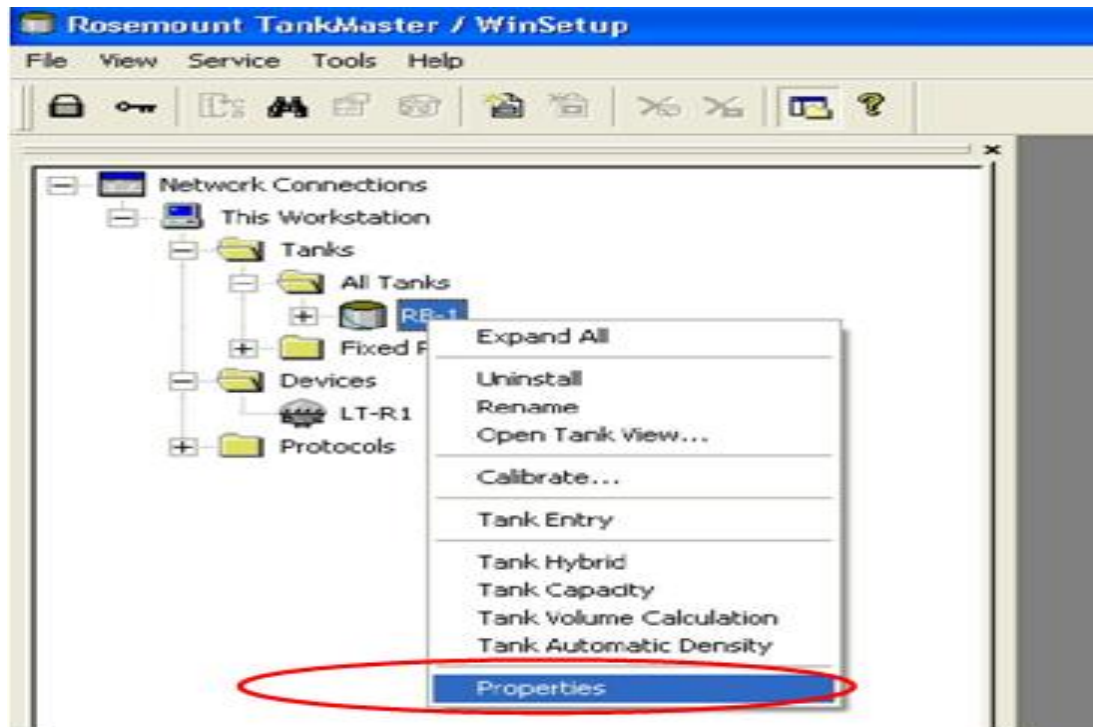


Cette fenêtre nous permet de spécifier le type du Bac et lui donner un nom.

### ✓ Modification d'un Bac existant :

Une simple procédure qui est la même pour une nouvelle installation, mais à ce moment là il faut choisir le Bac à modifier et puis suivre les étapes suivantes :

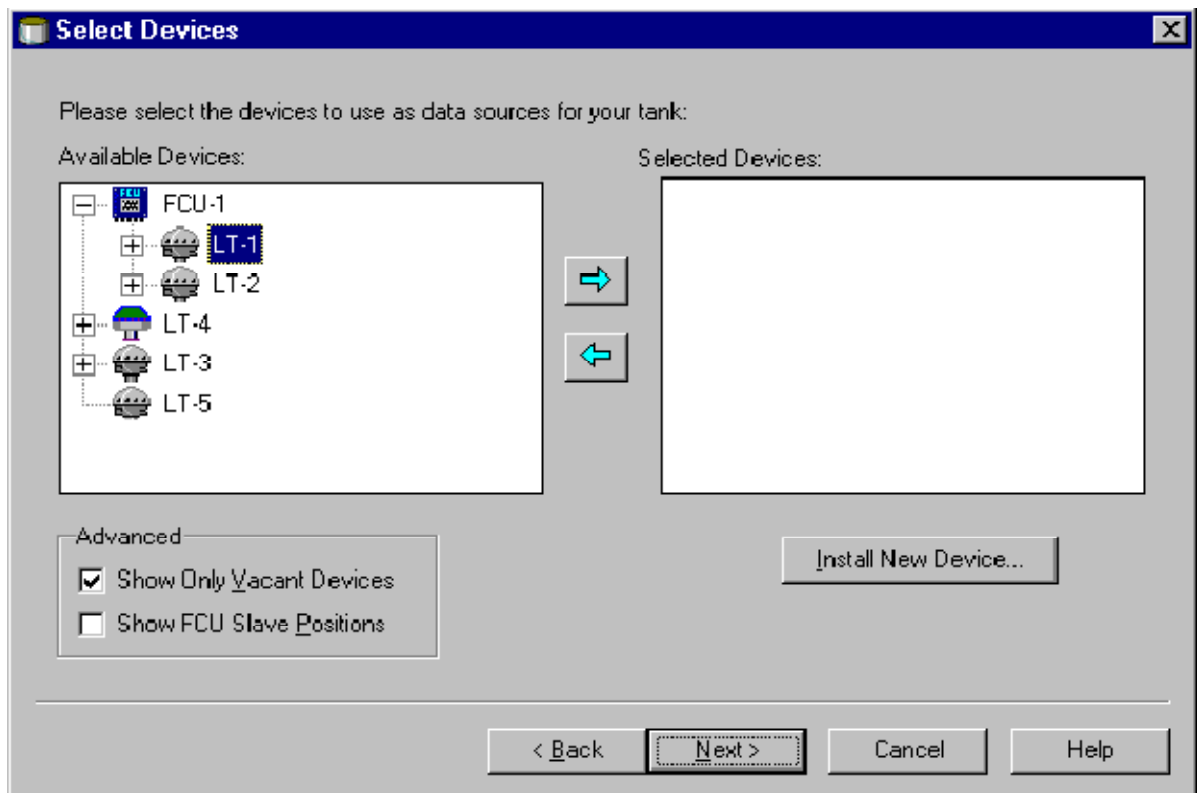
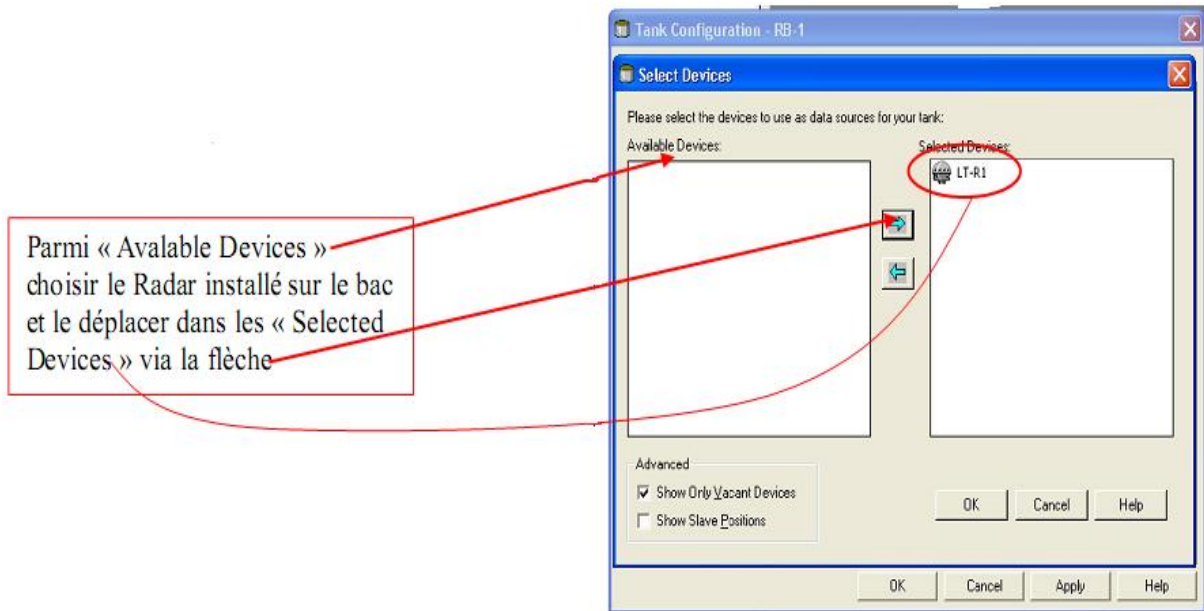
1. Choisir le Bac à modifier et cliquer sur le bouton droit de la souris ;
2. Sélectionner "Properties" (Propriétés).
3. Associer un radar pour ce Bac ;
4. Configurer les valeurs d'entrées (L'intervalle du niveau et du creux).

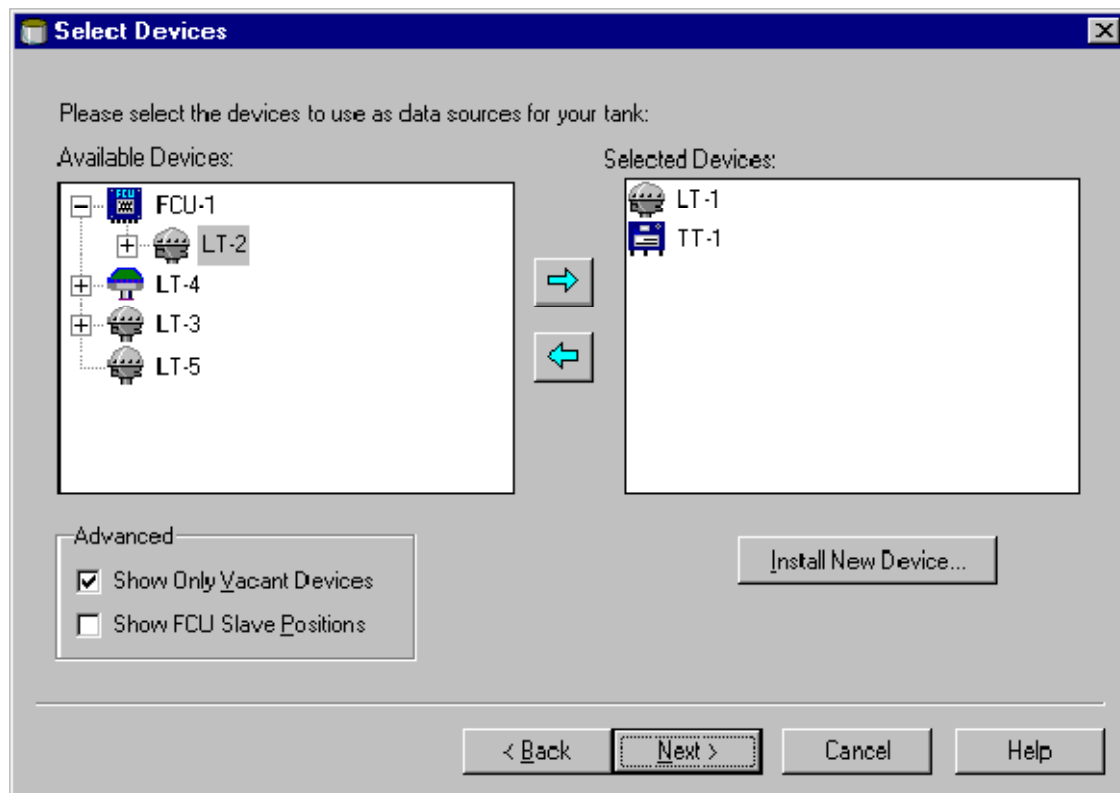


### ✓ Connexion du Bac avec un Radar :

L'interface est la même pour l'installation et pour la modification, sauf le bouton <Next> sur l'écran suivant. La modification est gérée par les quatre onglets en haut.

A partir des quatre onglets : choisir "Configuration" pour obtenir la fenêtre suivante :



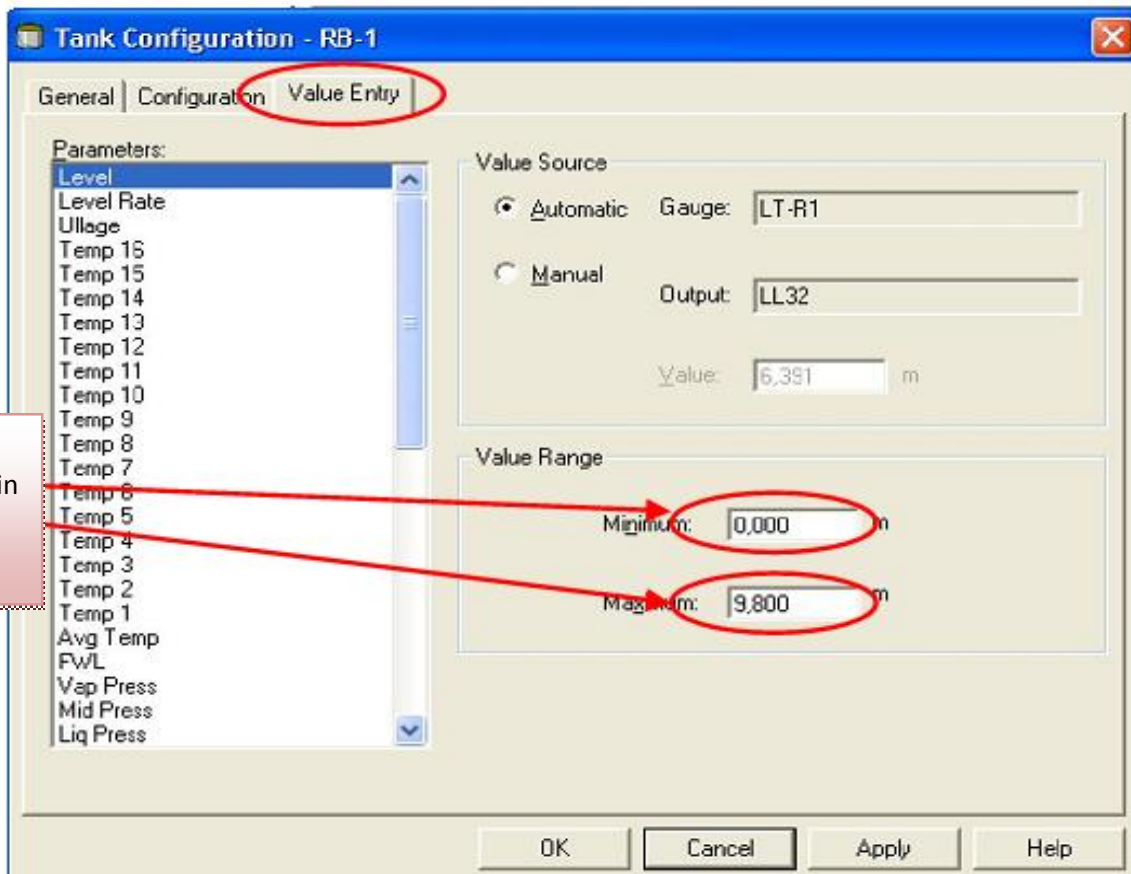


A partir de la liste dans la case “Available Devices” (Radars Disponibles), nous choisissons celui que nous allons connecter au Bac, s’il ya des radars déjà installés si non nous pouvons installer un nouveau radar.

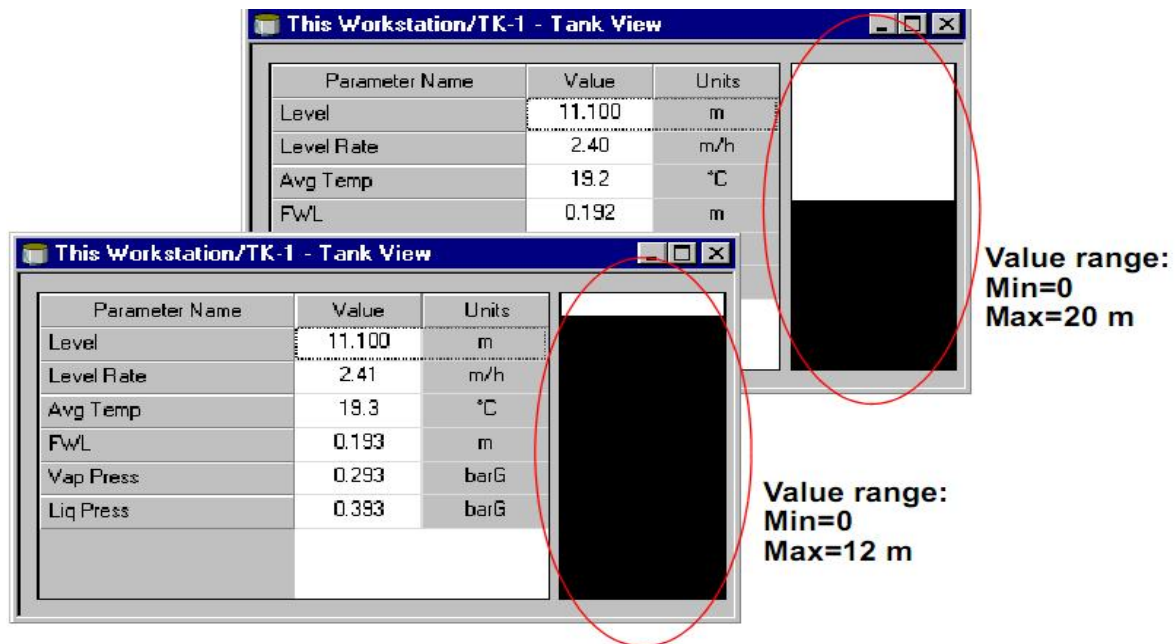
### ✓ Configuration des valeurs d’entrées :

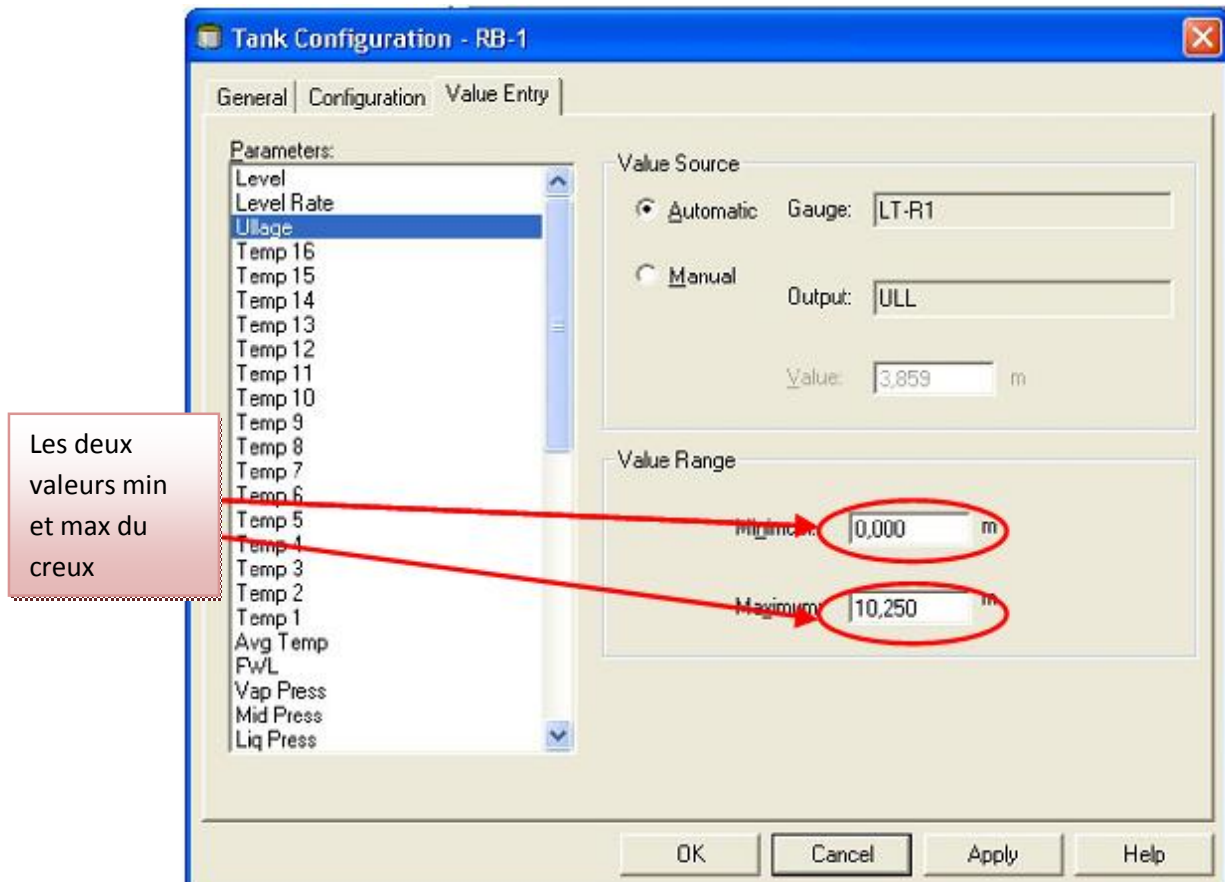
Configurer la valeur minimum et la valeur maximum du niveau et du creux, ce sont des valeurs très importantes pour le calcul du niveau.

Cette fois nous choisissons l’onglet “Value Entry” (Valeurs d’entrées) :



Exemple :

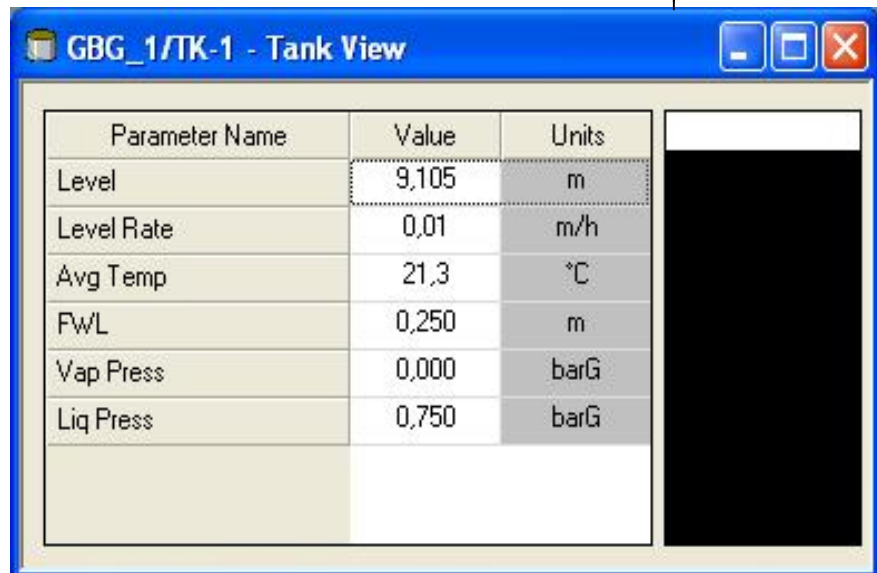
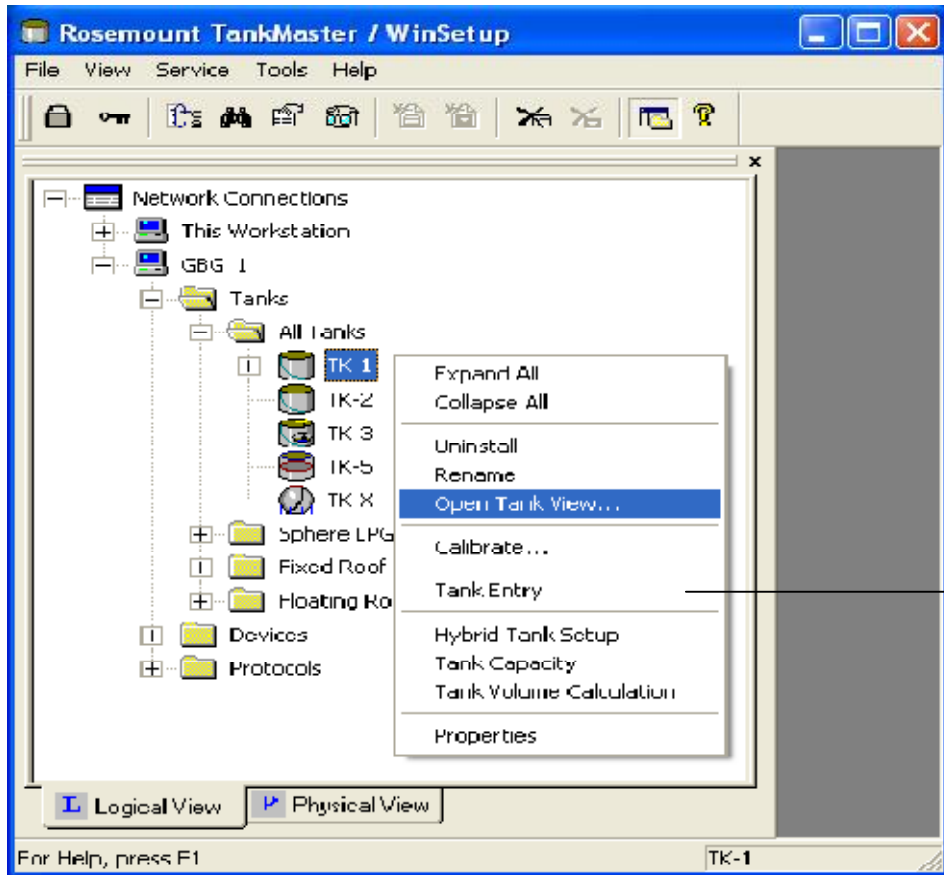




### IV.2.1.3 Affichage des paramètres d'un Bac :

Pour visualiser les paramètres spécifiques d'un Bac nous procédons comme suit :

Choisir « all tanks » ensuite cliquer sur le bouton droit de la souris sur le Bac choisit par exemple le « TK-1 » et après cliquer sur « Open Tank View », le résultat sera un tableau contenant tous les paramètres concernant ce Bac : Niveau, Température moyenne, Creux,...



## ✓ Exemples d'affichage des paramètres pour un seul bac :

Parameter Name	Value	Units
Level	1.783	m
Level Rate	0.43	m/h
Ullage	9.687	m
Temp 16	NoConn	°C
Temp 15	NoConn	°C
Temp 14	NoConn	°C
Temp 13	NoConn	°C
Temp 12	NoConn	°C
Temp 11	NoConn	°C
Temp 10	NoConn	°C
Temp 9	NoConn	°C
Temp 8	NoConn	°C
Temp 7	NoConn	°C
Temp 6	113.7	°C
Temp 5	115.4	°C
Temp 4	116.8	°C
Temp 3	118.4	°C
Temp 2	119.3	°C
Temp 1	120.7	°C
Vap Temp	NoConn	°C
Avg Temp	SensFail	°C
PWL	0.000	m
Vap Press	0.000	barG
Mid Press	0.000	barG

## ✓ Affichage des paramètres de tous les Bacs au même temps :

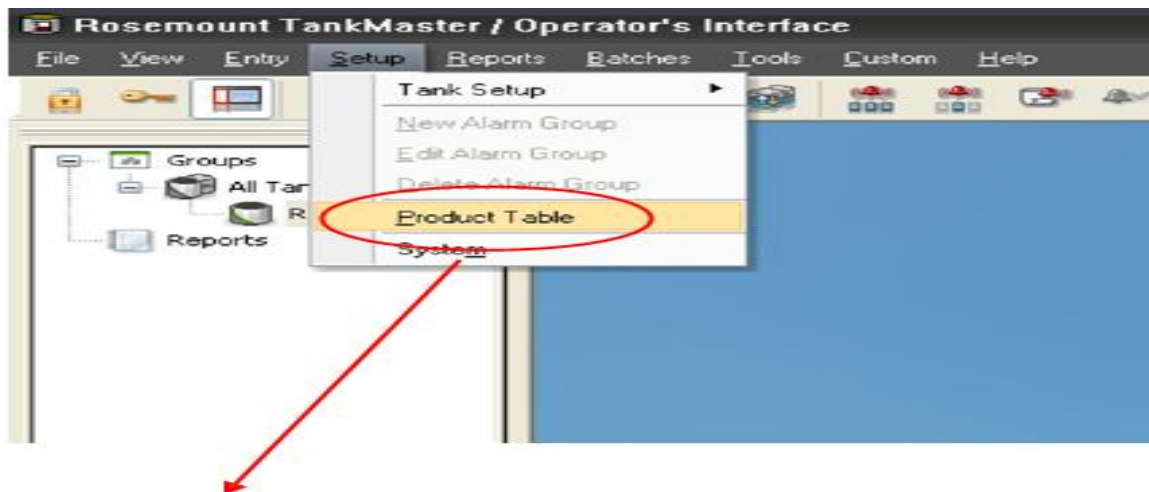
Tank Name	Level	Level Rate	Ullage	Temp 16	Temp 15	Temp 14	Temp 13	Temp 12	Temp 11	Temp 10
1 FB1	ComFail	ComFail	ComFail	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
2 FB2	ComFail	ComFail	ComFail	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
3 FB3	ComFail	ComFail	ComFail	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
4 FB4	ComFail	ComFail	ComFail	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
5 FB5	ComFail	ComFail	ComFail	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
6 FB6	0.864 m	0.00 m/h	10.536 m	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
7 FB7	0.329 m	0.01 m/h	11.121 m	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn
8 FB8	SensFail	SensFail	SensFail	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn	NoConn

## IV.2.2 WinOpi :

### IV.2.2.1 Configuration d'un produit :

Dans la barre de menus cliquer sur « Setup », sélectionner « Product Table », et obtenir un tableau. Choisir ensuite le produit désiré, mais s'il ne figure pas sur ce tableau nous pouvons l'ajouter en tapant sur une ligne vide et remplir un formulaire.

- Setup -> Product Table.



The 'Edit Product No 55' dialog box contains the following fields and sections:

- Product:
- Description:
- Group:
- Volume Table:
- Product Code:
- Color:
- Chemical Data**
  - Density Unit:
  - Temp Unit:
  - Ref Density:
  - Density Change:
  - Ref Temp:
- LPG Data**
  - Weight Unit:
  - Molecular Mass:
  - Vapor Liquid Ratio:
- HTG Tank Data**
  - Solidification Temp:  °C
  - Note: Used for HTG Tanks only
- Settling Data**
  - Settling Factor:  h /
  - Max Time:  h
- Buttons: OK, Cancel, Help

Pour créer un nouveau produit:  
Taper sur une ligne vide et remplir le  
formulaire

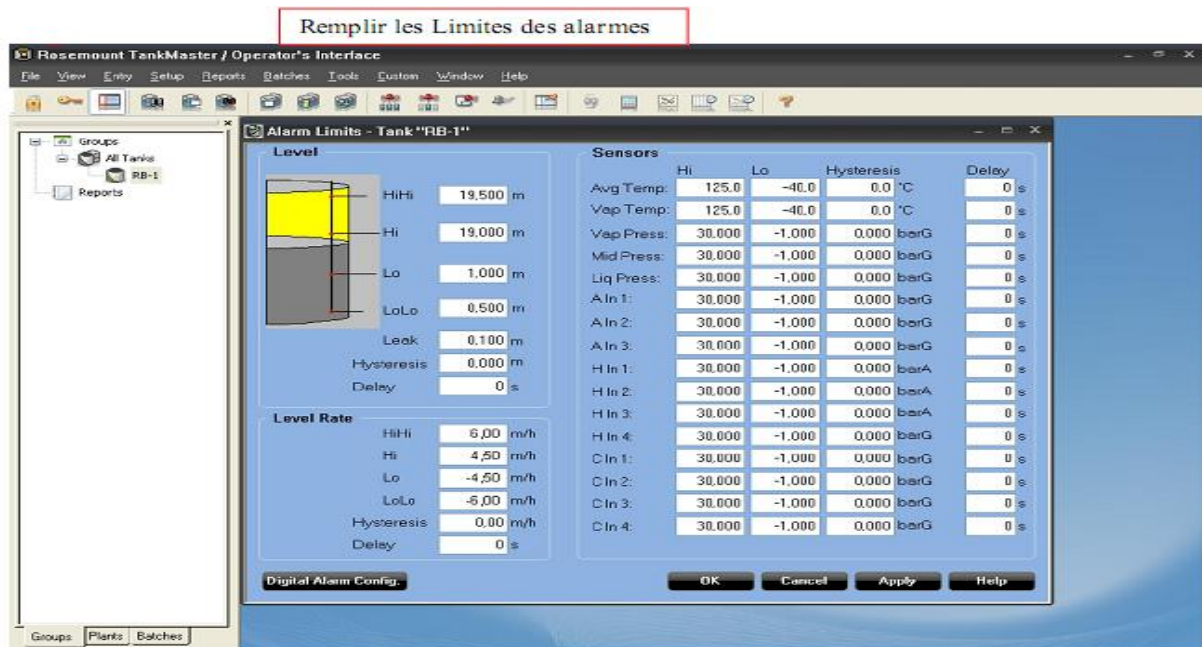
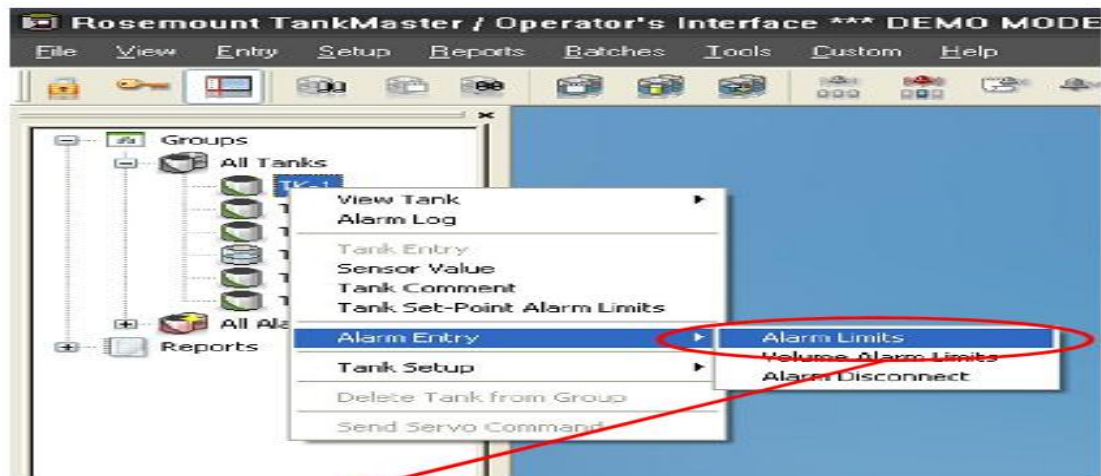
The 'Product Table' window displays a table with the following columns: No, Product, Color, Description, Group, Dens Unit, Temp Unit, Ref Dens, Dens Change, Ref Temp, Weig. The table contains 11 rows of data, with the last row (No. 55) being empty and highlighted by a red arrow.

No	Product	Color	Description	Group	Dens Unit	Temp Unit	Ref Dens	Dens Change	Ref Temp	Weig
42	Natural gasoline	0		Crude Oil	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
43	No. 2 burner fuel	0		Fuel Oil	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
44	No. 2 furnace oil	0		Fuel Oil	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
45	No. 6 fuel oil	0		Fuel Oil	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
46	Pentane	0		LPG-NGL	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
47	Premium diesel	0		Fuel Oil	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
48	Premium gasoline	0		Gasoline	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
49	Propane	0		LPG-NGL	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
50	Reformulated gasol	0		Gasoline	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
51	Stoddard solvent	0		Jet Fuel	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
52	Unleaded gasoline	0		Gasoline	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
53	Waxy crude oil	0		Crude Oil	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
54	White kerosene	0		Jet Fuel	kg/m3	°C	0.00000	0.00000	15,00	kg
55		0								

## IV.2.2.2 Configuration des alarmes :

Pour enregistrer les limites d'alarmes, procéder comme suit :

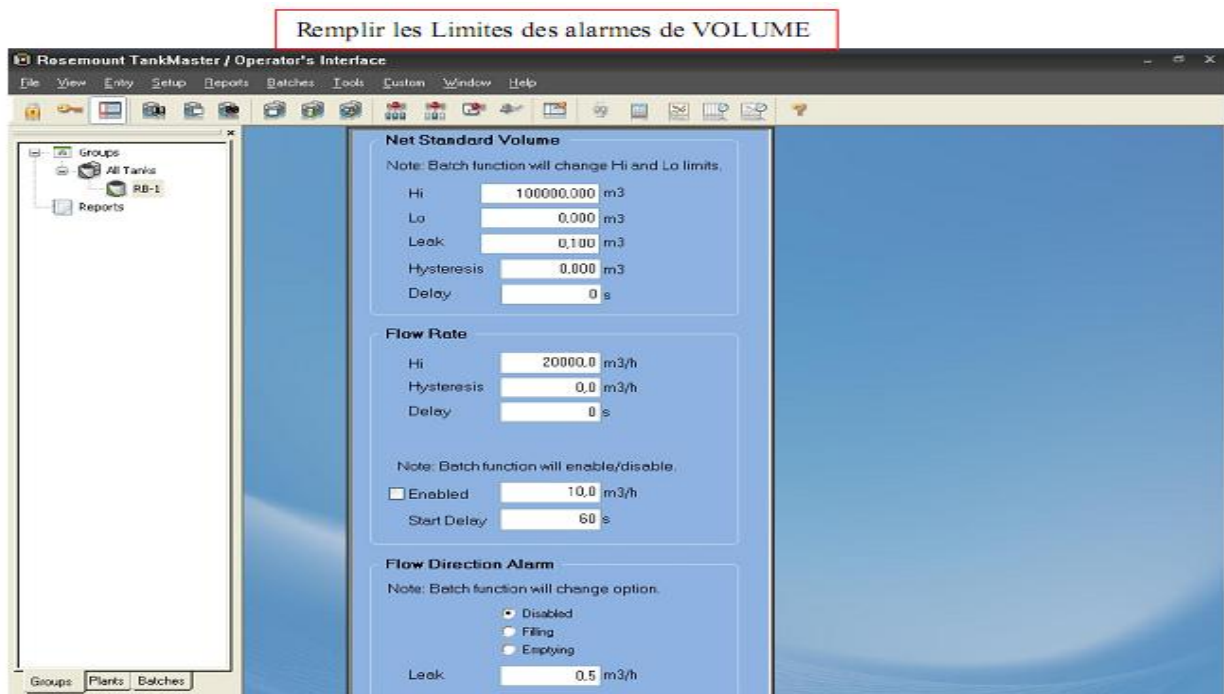
1. Sélectionner le réservoir souhaité dans la fenêtre « *espace de travail* de WinOpi » ;
  2. Cliquer à l'aide du bouton droit de la souris sur le réservoir et sélectionner « Alarm » Disconnect (Déconnecter les alarmes).
- RB-x (click droit sur le Bac à configurer des alarmes) -> Alarm Entry -> Alarm Limits.



Cette fenêtre permet de spécifier diverses alarmes. Il est possible de définir des limites d'alarmes pour le niveau, le débit, la température moyenne.

## Chapitre IV Logiciel de supervision et de simulation TankMaster

- ▼ Concernant la configuration des alarmes pour le volume nous procédons comme suit :
1. Choisir un Bac et cliquer sur le bouton droit de la souris ;
  2. Sélectionner « Alarm Entry » ;
  3. Taper sur « Volume Alarm Limits ».
- RB-x (click droit sur le Bac à configurer les alarmes) -> Alarm Entry -> Volume Alarm Limits.

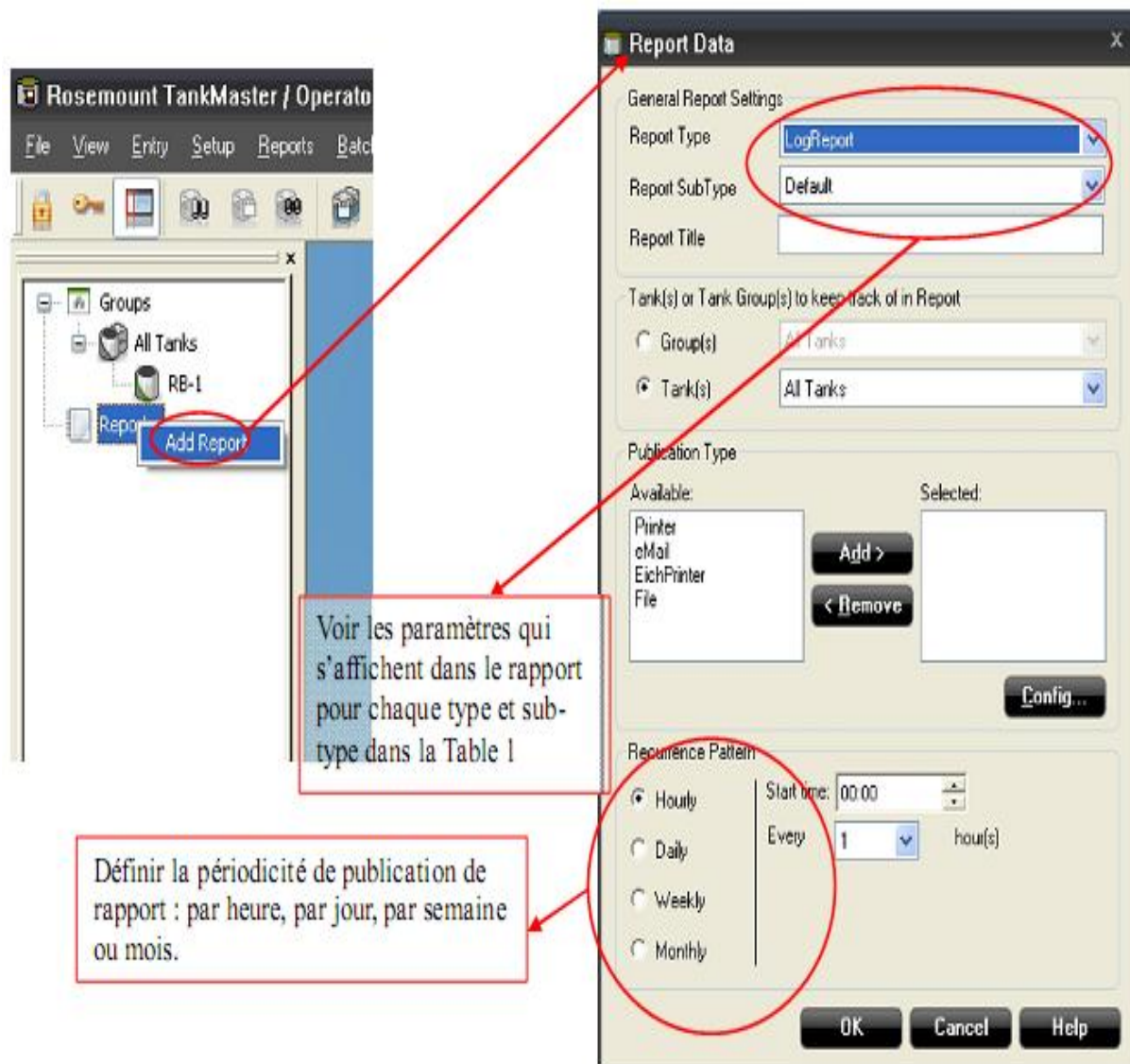


### IV.2.2.3 Configuration d'un rapport :

WinOpi permet d'imprimer automatiquement et régulièrement des rapports standard. Les rapports présentent des informations sur les réservoirs et leurs contenus.

Pour définir un rapport automatique, procéder comme suit :

1. Dans l'espace de travail WinOpi, Sélectionner l'icône « Reports » (Rapports).
2. Cliquer à l'aide du bouton droit de la souris et sélectionner « Add Report ».
3. La fenêtre <<Report Data>> (Données des rapports) s'affiche.
  - Report (click droit) -> Add Report.



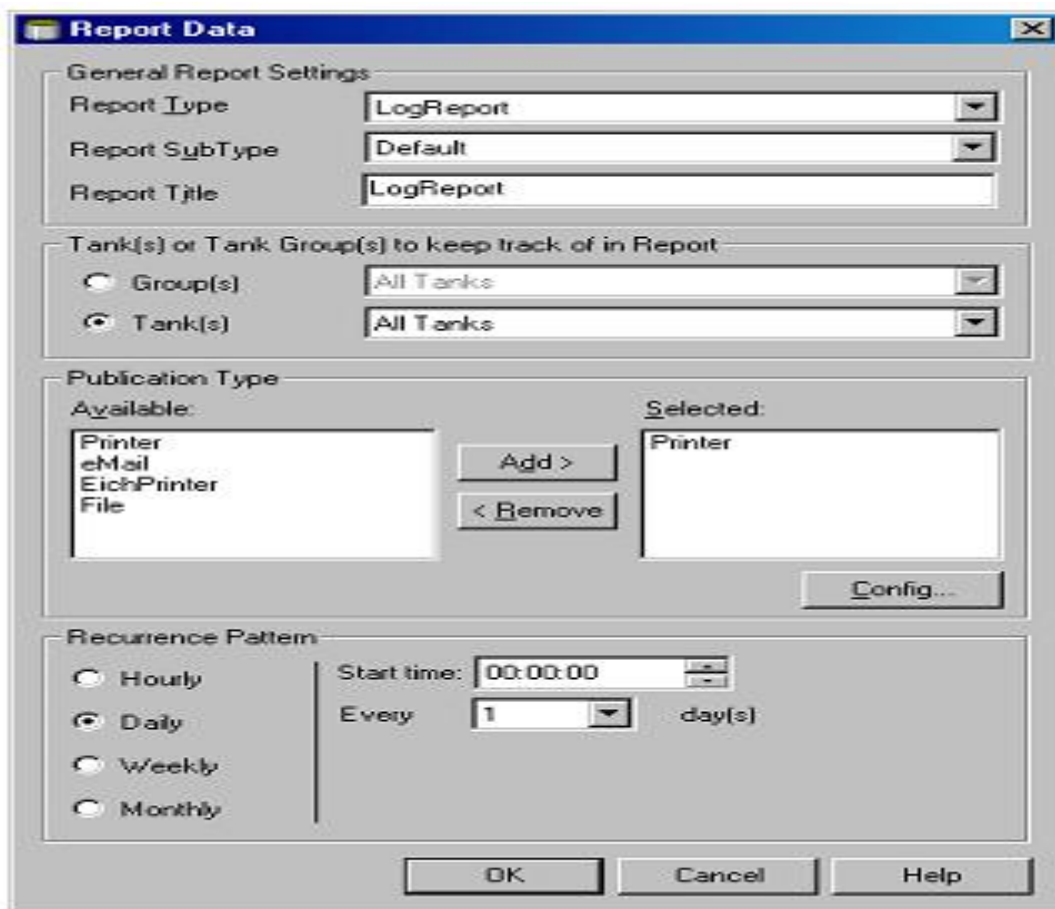
1. Choisir dans la table « Available » le type de publication (via imprimant, email ou fichier-texte) (il est mieux de choisir « File »)

2. Appuyer sur le bouton « Add ». Le type choisi apparaît dans la table « Selected ».

3. Activer le type dans la table « Selected »

4. Appuyer sur le bouton « Config ».

5. Remplir la configuration. Pour « File » définir le chemin (complet) de sortie, cocher la case « Add unique Suffix » pour ne pas écraser les fichiers précédemment créés et définir le nombre max de fichiers à créer (max=99). Appuyer « Ok »



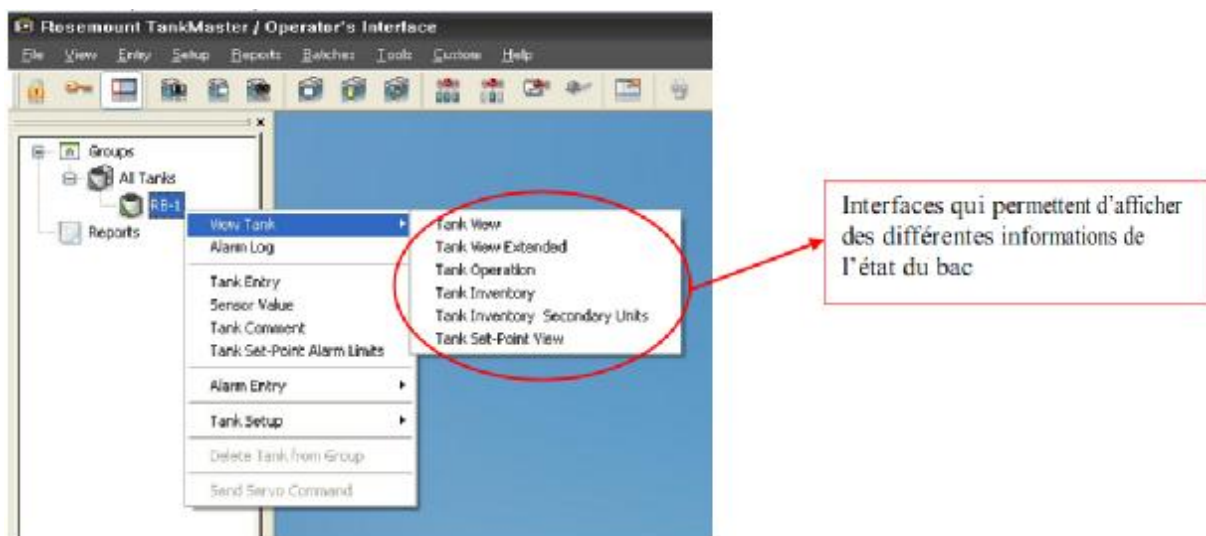
Cette fenêtre permet de définir :

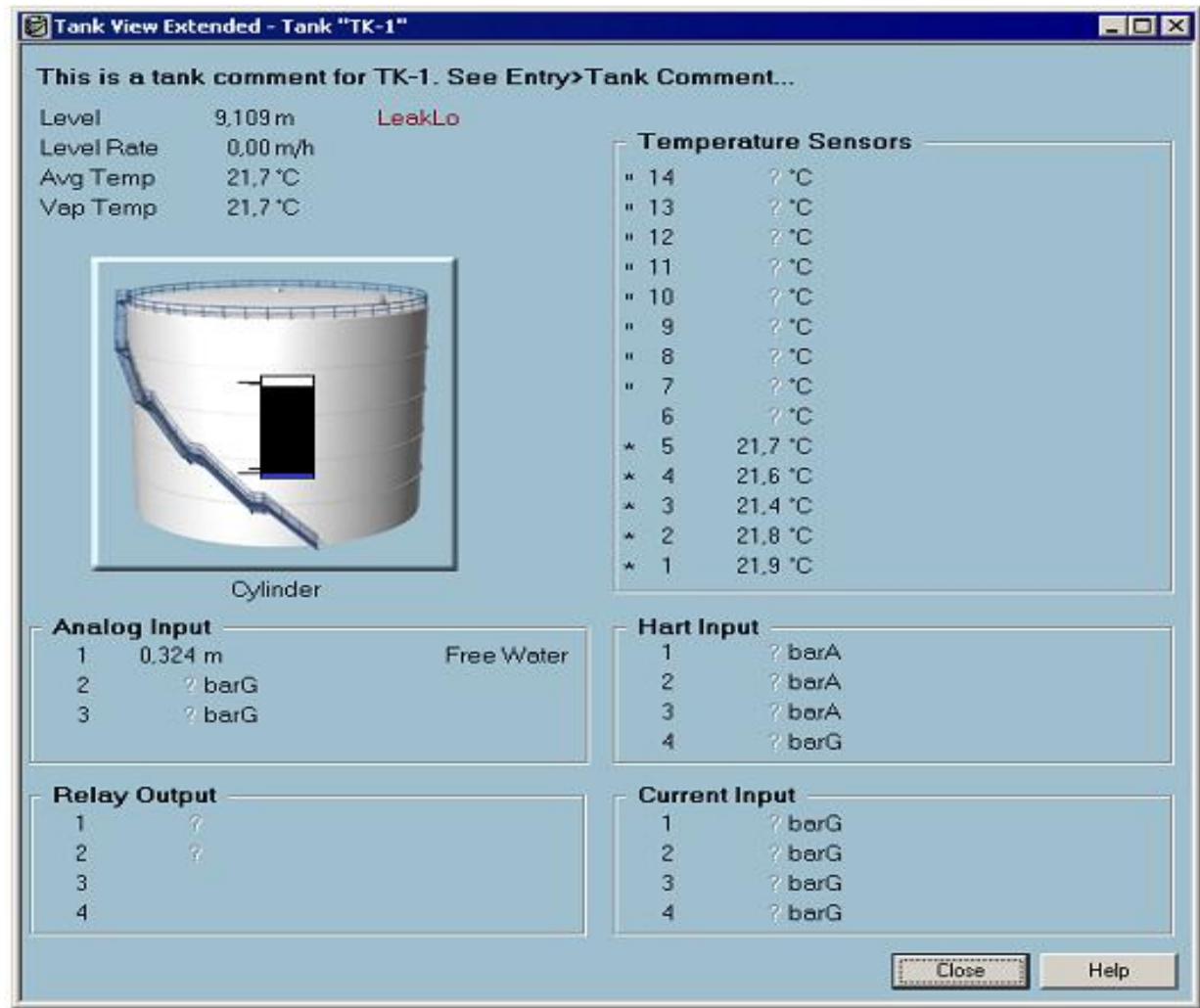
- Le type, sous-type et le titre du rapport ;
- Le réservoir ou le groupe de réservoir sur lequel porte le rapport ;
- La manière dont le rapport sera distribué (Type de publication) : courrier électronique, impression ou enregistrement dans un fichier texte ;
- La récurrence, c'est-à-dire la fréquence d'expédition du rapport.

### IV.2.2.4 Vue d'un Bac et la configuration de la vue d'un groupe:

Pour visualiser l'état d'un Bac, procéder comme suit :

1. Sélectionner le réservoir souhaité dans la fenêtre espace de travail ;
  2. Dans le menu « View > Tank » (Affichage > Réservoir), sélectionner l'option « Tank View Extended » (Vue Réservoir étendue) ou cliquer le bouton droit de la souris et sélectionner « View Tank > Tank View Extended » (Affichage Réservoir > Vue générale des réservoirs).
- RB-x (click droit) -> View Tank -> Tank View Extended.



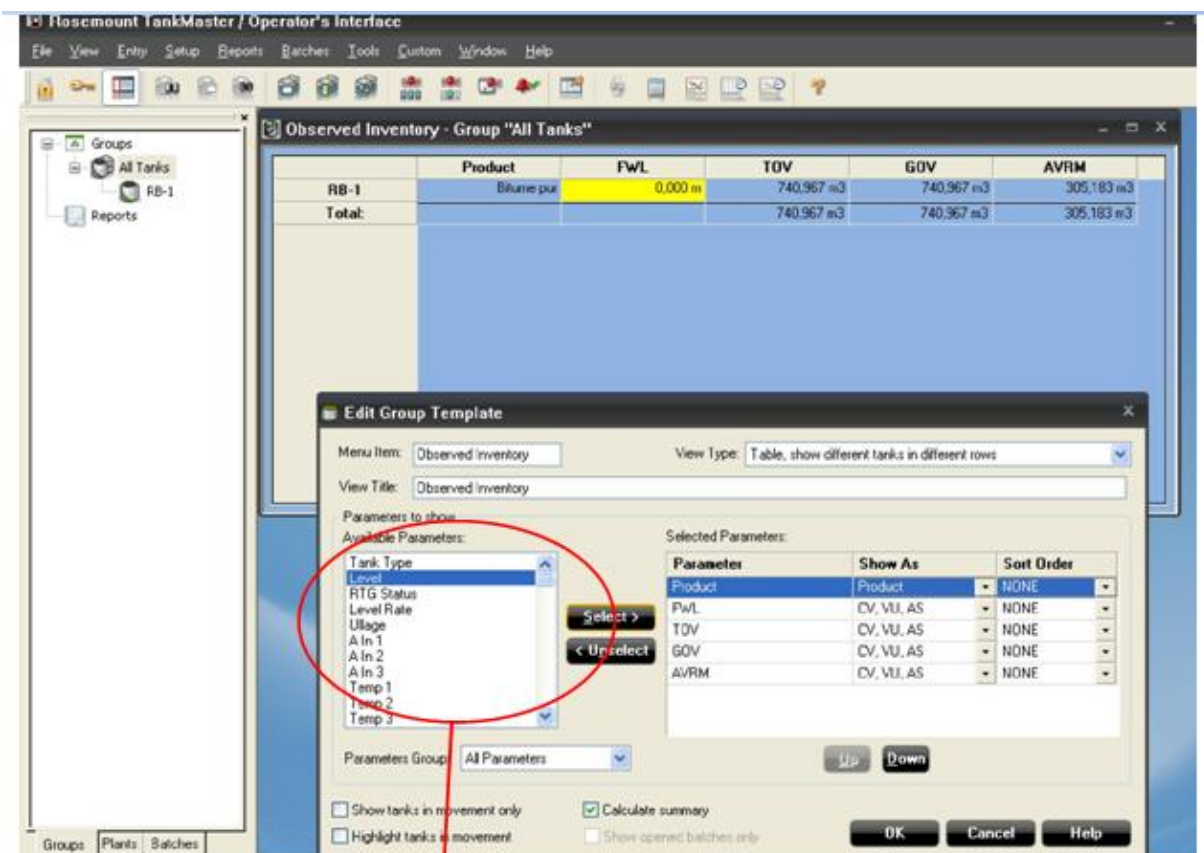
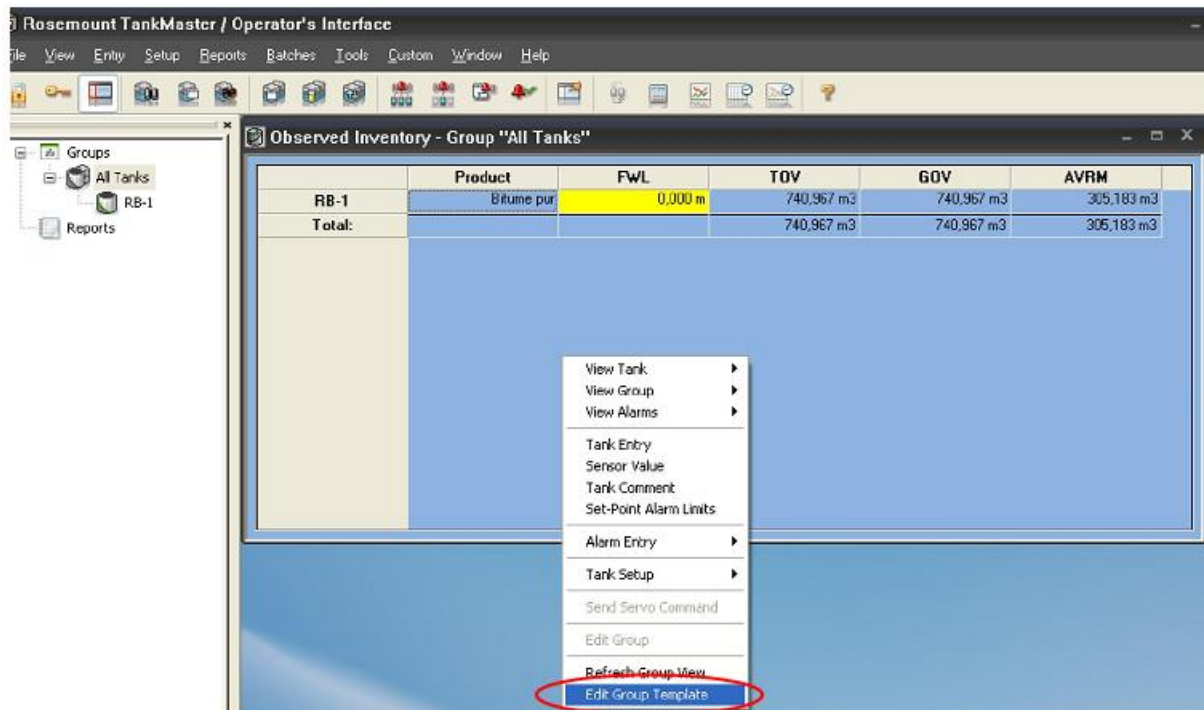


La fenêtre Tank View Extended (Vue générale des réservoirs) présente les données mesurées par un jaugeur radar pour réservoirs. Pour chaque élément sont affichés la valeur, l'unité de mesure et l'état.

### IV.2.2.5 L'ajout des nouveaux paramètres sur une vue :

Une simple procédure à suivre :

1. Cliquer avec le bouton droit de la souris sur l'écran de la vue ;
2. Sélectionner « Edit Group Template » ;
  - Click droit sur l'écran de la vue -> Edit Group Template.



Dans la table « Available Parameters » choisir les paramètres qu'il faut ajouter dans la Vue et le placer dans la table « Selected Parameters » en utilisant le bouton « Select »

## Chapitre IV Logiciel de supervision et de simulation TankMaster

Cette fenêtre nous permet d'ajouter tous les paramètres nécessaires dans l'affichage de la vue en suivant :

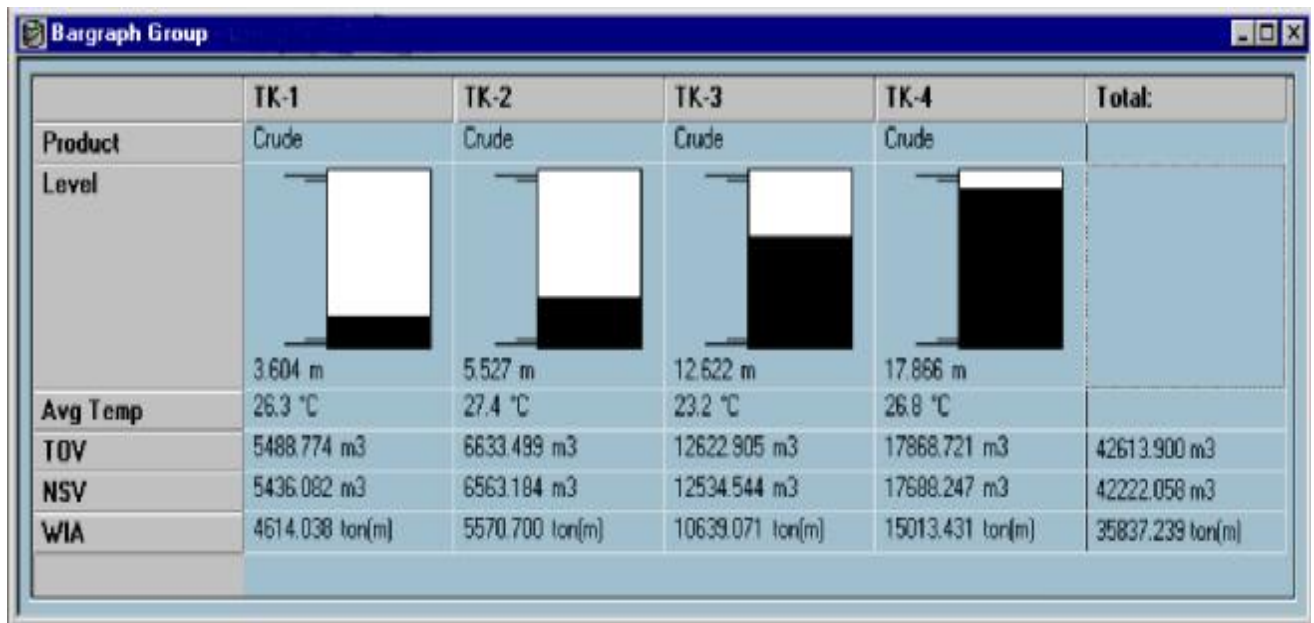
1. Dans la table « Available Parameters » choisir les paramètres à ajouter ;
2. A l'aide du bouton « Select » placer les dans la table « Selected Parameters ».

### IV.2.2.6 Vue de groupe par le Diagramme à barres de groupes :

Pour visualiser les données d'un groupe de réservoirs sous forme de diagramme à barres, procéder comme suit :

1. Sélectionner le groupe de réservoirs souhaité dans la fenêtre espace de travail.
2. Dans le menu View>Group (Affichage>Groupe), sélectionner l'option Bar Graph Group (Diagramme à barres de groupe) ou cliquer sur le bouton droit de la souris et sélectionner View Group>Bar Graph Group (Afficher groupe>Diagramme à barres de groupe).

- All tanks > View Group>Bar Graph Group.



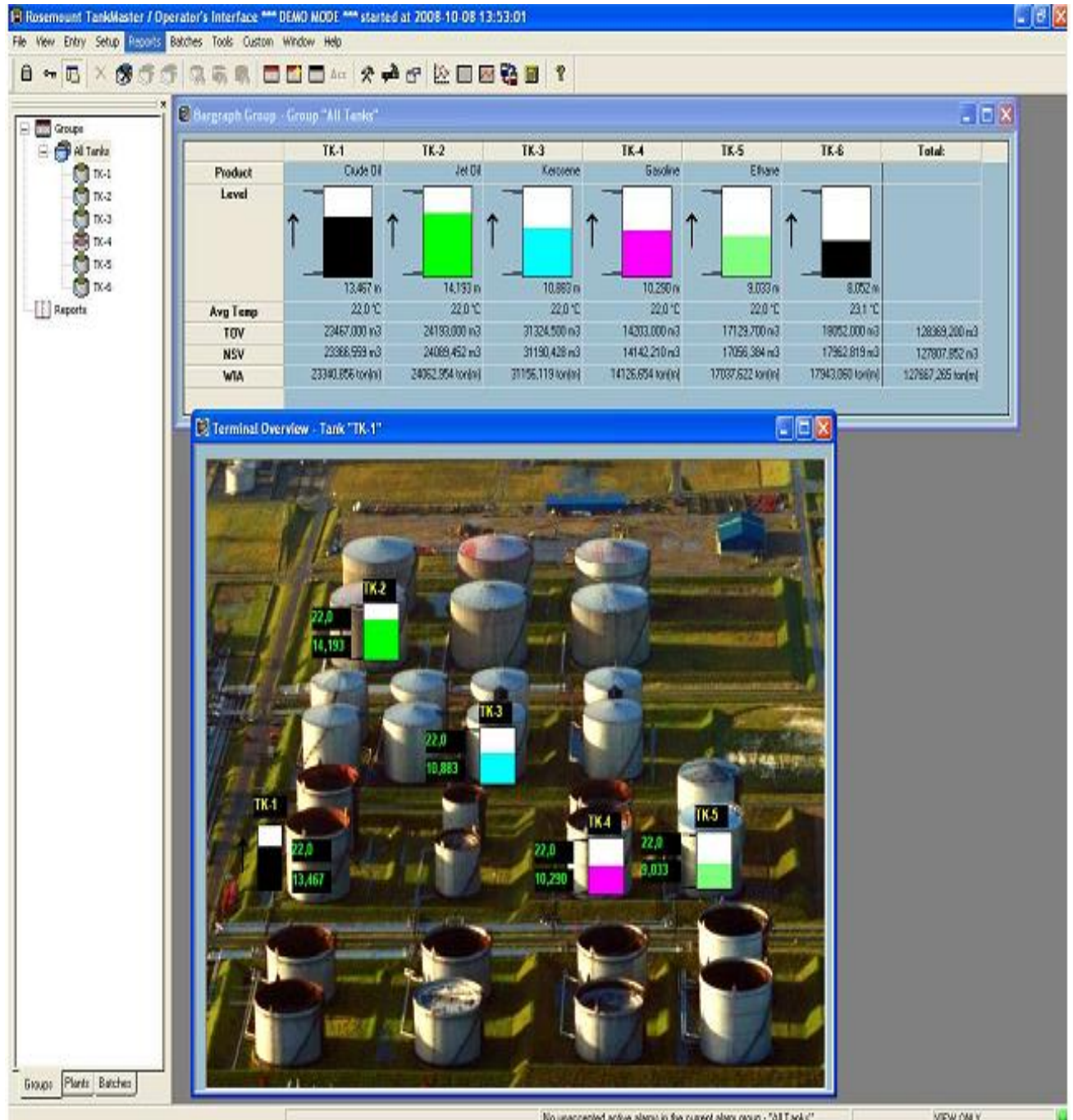
Dans la fenêtre « Bar Graph Group » (Diagramme à barres de groupe), chaque réservoir est représenté par un diagramme à barres indiquant le niveau du produit et le niveau d'eau libre de chaque réservoir. Les modifications de niveau sont également indiquées par une flèche affichée à côté du diagramme.

Pour chaque réservoir, les paramètres par défaut suivants sont repris dans un tableau :

- Product (Produit) ;
- Niveau ;
- Température moyenne ;

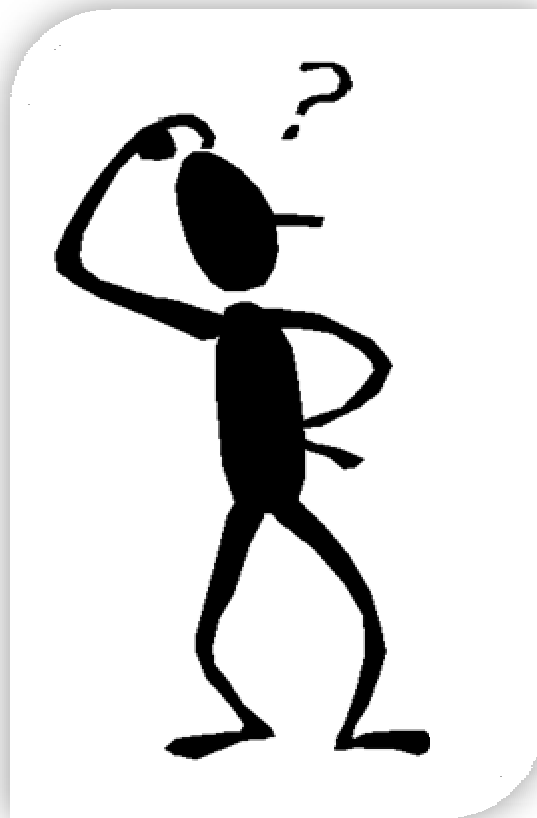
## Chapitre IV Logiciel de supervision et de simulation TankMaster

- Total Observed Volume (TOV) (Volume total observé) ;
- Net Standard Volume (NSV) (Volume net standard) ;
- Weight In Air (WIA) (Masse dans l'air).



# CHAPITRE V

Problèmes, solutions et résultats



Un projet d'installation d'un nouveau système dans un grand parc, ne peut pas se faire sans rencontrer des problèmes lors de sa réalisation.

Nous allons citer ces problèmes, et les actions suivies pour les résoudre.

### V.1 Problème1 :

Ne pas pouvoir placer le jaugeur et la sonde toutes les deux dans un même trou d'homme.

#### ▼ Cause :

Bac équipé d'un trou d'homme avec un diamètre de 16 pouces au lieu de 24 pouces, ce qui empêche l'emplacement des deux au même temps dans ce même trou.

#### ▼ Action :

Ü Montage du jaugeur sur un trou de 16 pouces.

Ü Et montage de la sonde de température sur un deuxième trou vu que le bac est équipé d'un autre trou de d'homme de 16 pouces.

**Normalement** : les 2 sur 1 m trou.



**Résultat** : figure jaugeur seul et sonde seule.



**V.2 Problème2 :**

Le disjoncteur d'alimentation du jaugeur du bac RB6 au niveau de la boîte de jonction BJ20 ne se ferme pas (se disjoncte automatiquement).

**✓ Cause :**

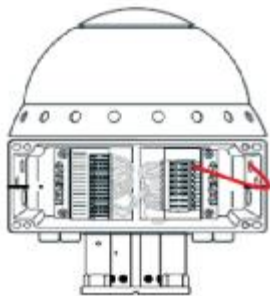
Coincement d'un fil (la phase) du câble d'alimentation par le couvercle de la boîte de raccordement du jaugeur ce qui a entraîné un court circuit.

**✓ Action :**

- Ü Débranchement du câble coté BJ20.
- Ü Vérification avec un multimètre l'isolation des fils du câble RB4 entre eux et la terre.
- Ü Court circuit entre ces fils (noir ou phase) avec la terre.
- Ü Ouverture de la boîte de raccordement du jaugeur.
- Ü Trouver le fil noir coincé avec le couvercle de la boîte de raccordement. Et le problème était celui-ci.
- Ü Coupure de la partie du câble détérioré et rebranchement.
- Ü Mise sous tension pour ce jaugeur.

**✓ Résultat :** Fonctionnement normal de ce dernier.

Fil coincé par la boîte de raccordement jaugeur.



BJ20 avec un disjoncteur sauté.



Boîte de raccordement bien fermée.



Résolution : fonctionnement correct.



**V.3 Problème3 :**

Affichage non ordonné des températures individuelles de chaque sonde dans le logiciel Tank Master.

**✓ Cause :**

Inversion des deux fils de connexion (de la sonde de température au jaugeur) de la boîte de raccordement dans les bornes 12-T5 et 13-T6 au niveau du module X12.

**✓ Action :**

ü Relier les fils dans les bornes justes correspondantes en suivant la manière correcte du raccordement : la sonde située au niveau le plus bas à l'intérieur du bac est reliée à la borne la plus basse du module X12.

**✓ Résultat :**

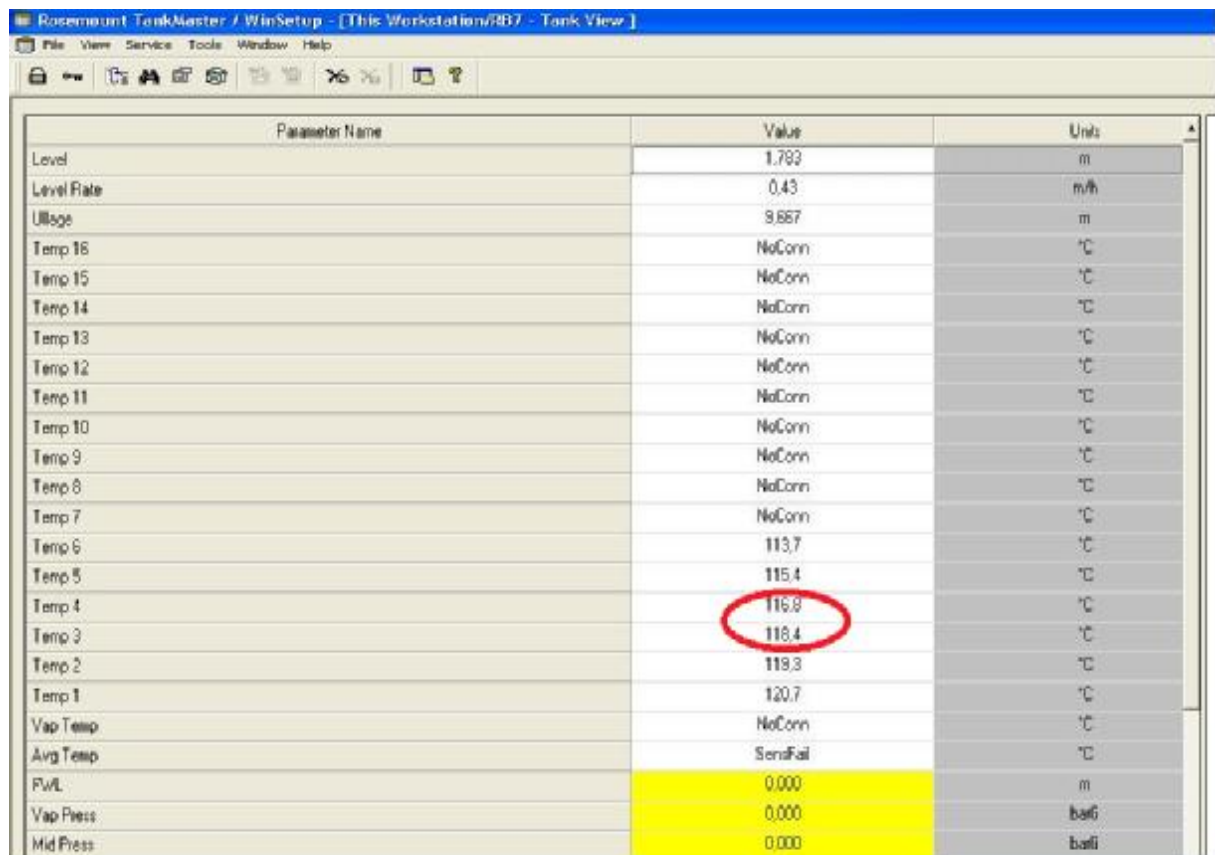
Affichage correcte et ordonné des 6 températures.

**Schéma :** indiquant un affichage inversé.

Parameter Name	Value	Units
Level	1,783	m
Level Rate	0,43	m/h
Usage	9,667	m
Temp 16	NoConn	°C
Temp 15	NoConn	°C
Temp 14	NoConn	°C
Temp 13	NoConn	°C
Temp 12	NoConn	°C
Temp 11	NoConn	°C
Temp 10	NoConn	°C
Temp 9	NoConn	°C
Temp 8	NoConn	°C
Temp 7	NoConn	°C
Temp 6	113,7	°C
Temp 5	115,4	°C
Temp 4	118,4	°C
Temp 3	116,8	°C
Temp 2	119,3	°C
Temp 1	120,7	°C
Vap Temp	NoConn	°C
Avg Temp	SensFal	°C
PWL	0,000	m
Vap Press	0,000	barG
Mid Press	0,000	barG

## ▼ Résolution :

Schéma d'un affichage correct.



Parameter Name	Value	Units
Level	1.793	m
Level Rate	0.43	m/h
Ullage	9.667	m
Temp 16	NoConn	°C
Temp 15	NoConn	°C
Temp 14	NoConn	°C
Temp 13	NoConn	°C
Temp 12	NoConn	°C
Temp 11	NoConn	°C
Temp 10	NoConn	°C
Temp 9	NoConn	°C
Temp 8	NoConn	°C
Temp 7	NoConn	°C
Temp 6	113.7	°C
Temp 5	115.4	°C
Temp 4	116.8	°C
Temp 3	118.4	°C
Temp 2	119.3	°C
Temp 1	120.7	°C
Vap Temp	NoConn	°C
Avg Temp	SendFail	°C
FvL	0.000	m
Vap Press	0.000	barG
Mid Press	0.000	barG

**V.4 Problème 4 :**

Au niveau du post de chargement bitume, il y'a un bouton Marche/Arrêt avec lampe de signalisation Marche (verte) et Arrêt (rouge) de la pompe bitume.

Lors du fonctionnement de la pompe bitume (lampe verte allumée), la lampe rouge reste toujours allumée.

**✓ Cause :**

Le branchement de la lampe rouge était directement sur l'alimentation du circuit de commande de la pompe bitume.

**✓ Action :**

Ü Vérification du circuit de commande de la pompe bitume.

Ü Lampe rouge était branchée directement à la borne du contact arrêt.

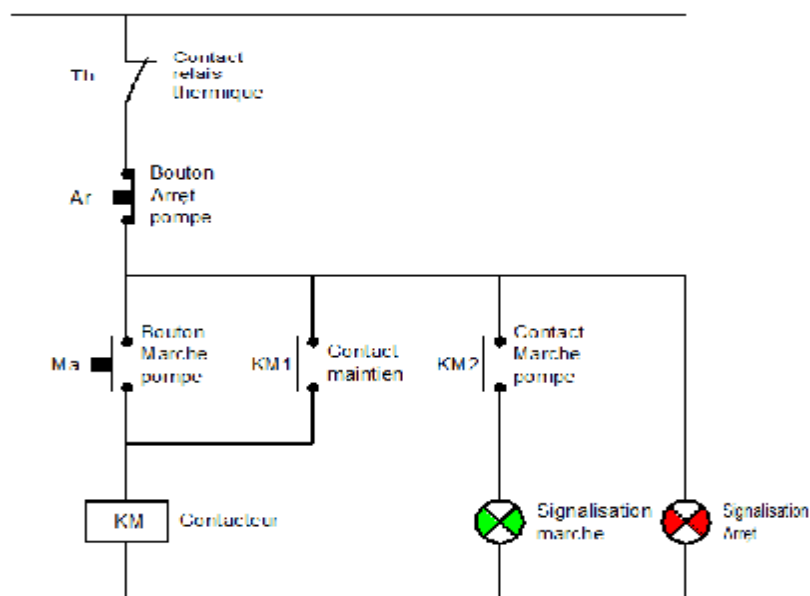
Ü Branchement de la lampe rouge à travers un contact normalement fermé NC (normally close) du contacteur KM de la pompe.


**✓ Résultat :**

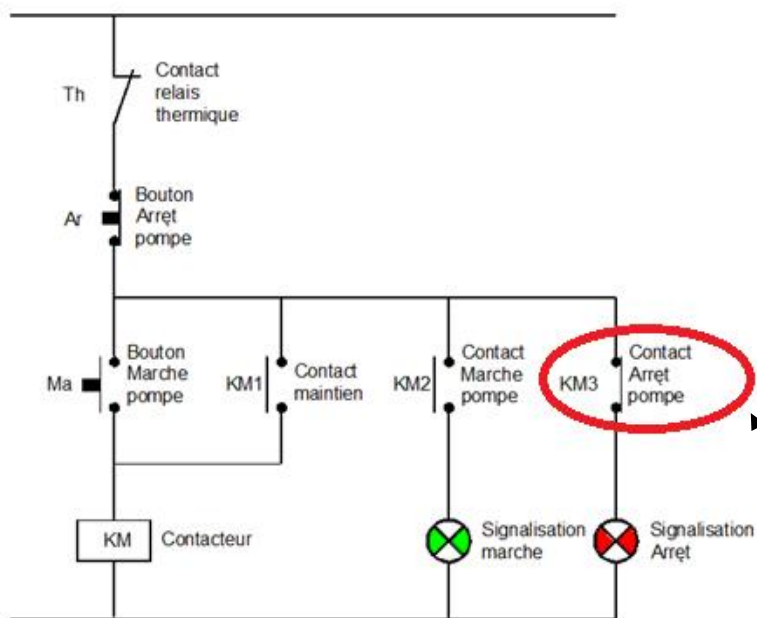
Allumage de la lampe verte lors du chargement.

Allumage de la lampe rouge lors de l'arrêt de chargement.

✚ **Schéma** : le circuit avant.



 Schéma : circuit corrigé.



Ajout d'un contacteur Arrêt pompe NC.

# Conclusion

## générale



Le bilan de ce projet s'avère très positif sur différents plans.

D'un point de vue professionnel, ce fut une expérience très enrichissante qui a abouti à un résultat concret.

L'installation d'un système pareil dans le port d'Alger mène à des avantages importants :

Le remplacement de jaugeurs de réservoirs imprécis par des jaugeurs Tank Radar Rosemount de haute précision au niveau du port permet de réduire l'incertitude dans la gestion des inventaires représentant des centaines de milliers de dollars chaque année en volumes nets.

Un système de télé-jaugeage de réservoirs automatique et précis doté de fonctions d'alarme fiables, permet d'identifier plus facilement les sources de perte et de les quantifier. Ainsi réévaluer les priorités, réaliser des économies rapides et améliorer la rentabilité.

Les jaugeurs TankRadar Rex de Rosemount disposent des capteurs d'alarme anti-débordement parmi les plus sûrs du secteur. Ils sont testés TÜV et certifiés pour la protection anti-débordement conformément à la réglementation WHG allemande. (TankRadar Rex convient également pour les applications SIL 2 conformément à la norme IEC 61508/61511.), et tout ça mène vers une protection du personnel, le public et l'environnement des dommages provoqués par les débordements ou les fuites de réservoirs de stockage.

Sur le plan humain l'enrichissement est incontestable puisque que nous avons pu développer notre indépendance et travailler en toute autonomie. Nous avons pu ainsi apprendre de nombreuses choses nouvelles durant le développement de ce projet :

D'abord et se qui est inoubliable c'est que nous avons eu la chance de voir et de toucher à un système le plus performant et le plus précis au monde et qui est le leader dans le monde entier, fabriqué dans l'un des pays les plus développés : la suède.

Nous avons pu découvrir c'est quoi un système de télé jaugeage ainsi son installation et sa configuration et même sa mise en service que nous n'avions pas eu l'occasion de voir jusqu'ici.

Nous avons découvert et maîtrisé le logiciel de configuration tank master.

Devoir travailler sous la pression d'un planning à respecter fut également l'occasion de tester nos compétences en environnement professionnel.

Nous avons eu la chance de la vie d'être parmi les membres de l'équipe de l'ENGTP pour travailler sur un projet pareil pendant 3 mois en nous donnant l'occasion de montrer nos capacités après avoir posé des solutions sur terrain pour des problèmes rencontrés et

d'être écouté par des personnes ayant plus d'expérience dans le domaine, la chose qui nous a donné plus de confiance en nous même.

Nous avons aussi appris à analyser des problèmes et donner nos idées et trouver les solutions.

Nous espérons avoir apporté notre modeste contribution par ce travail sur le plan pédagogique aux enseignants et étudiants de notre faculté, ainsi que pour toute personne qui s'intéresse à ce genre de projets.

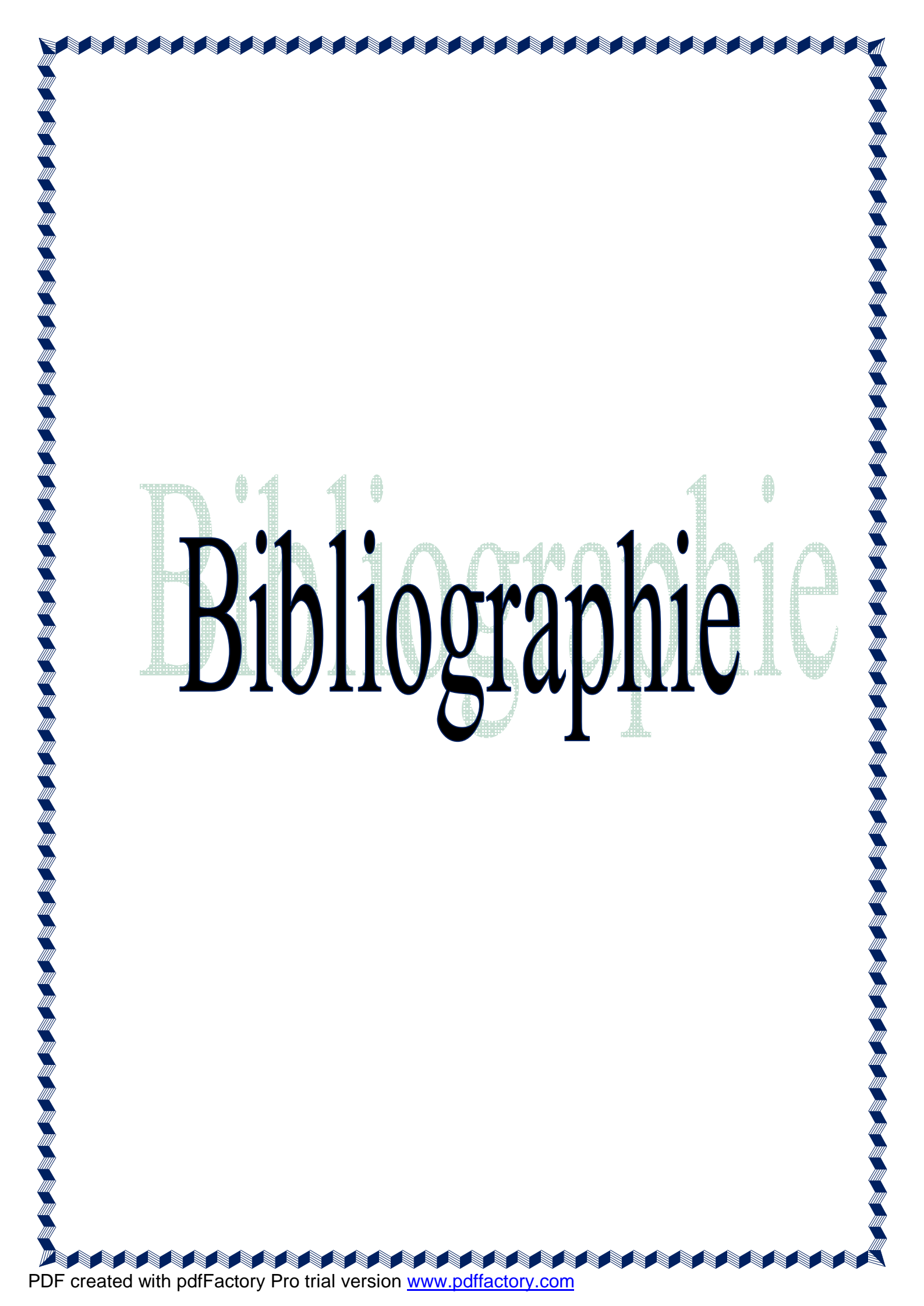
Dans le futur un deuxième projet pourrait sans doute reprendre notre travail et approfondir les notions que nous n'avons pu aborder.

### **Comme perspective :**

Le jaugeage Rosemount peut être intégré aux solutions sans fils.

Une solution qui peut donner un meilleur contrôle des actifs pour un investissement moindre, avec des instruments de jaugeage sans fil pour fournir des mêmes données que les instruments câblés de manière traditionnelle.

Une réduction du câblage entraîne d'importantes économies de conception, d'infrastructure et de main d'œuvre aussi bien pour l'installation que pour la mise en service. Avec des coûts d'installation pouvant atteindre moins de 70% de ceux des systèmes câblés. En outre, si l'on compare avec d'autres systèmes, la durée totale du projet, entre l'étude et la mise en service finale d'un système de télé-jaugeage, est considérablement réduite.

A decorative border with a repeating geometric pattern of blue and white zig-zags surrounds the entire page.

# Bibliographie

### Ouvrages :

[1]. **GEORGE ASCH et Collaborateurs** « Les capteurs en instrumentation industrielle », “DUNOD“ Année 1999. Paris.

[2]. **GEORGE BALAVOINE, RENE CHAMBARD** et les autres « Mise en œuvre des directives ATEX dans les usines de Liants Bitumeux », “INRS, INERIS“ 2005.

[3]. **NAIT BELAID MADJID, LAKROUT MENAD, RAOUI SAMIR** « Commande du four H401 avec un automate programmable industriel “TRICONEX “ » ; Faculté de Génie Electrique et de l’informatique ; Département d’électronique ; Option Instrumentation; Mémoire d’ingénieur. UMMTO 2011.

[4]. **LAOUSSATI ZAHIA, MAHMOUDI SABRINA** « Automatisation de la gestion des réservoirs du pétrole brut dans DCS I/A série FOXBORO » ; Faculté de Génie Electrique et de l’informatique ; Département d’électronique ; Option Instrumentation; Mémoire d’ingénieur. UMMTO 2010.

[5]. **AIT SAADI SONIA, ALIOUCHE MOUSSA** « Réalisation d’un système de télé-jaugeage de Bacs de stockage de carburants », CSD de OUED AISSI de Tizi-Ouzou ; Faculté de Génie Electrique et de l’informatique ; Département d’électronique ; Option Contrôle ; Mémoire d’ingénieur. UMMTO 2010.

### Documentations :

[6]. ATEX instructions spéciales de sécurité, avril 2012.

[7]. Description technique du système TankRadar REX, avril 2012.

[8]. Fichiers de présentation de l’ENGTP.

[9]. Manuel de mise en service du système TankRadar REX, avril 2012.

[10]. Manuel d’installation du système TankRadar REX, mai 2012.

[11]. Reference manual PRO, avril 2012.

[12]. Service manual REX, avril 2012.

[13]. TankMaster WinOpi, avril 2012.

[14]. TankMaster WinSetup, avril 2012.

[15]. Display Unit RDU40.2012.

### Sites web :

[16]. [http// : www. TankMaster\\_Techn\\_Ed1\\_RevC\\_705020\\_Fr\\_web](http://www.TankMaster_Techn_Ed1_RevC_705020_Fr_web), avril 2012.

[17]. [www.modbus.org](http://www.modbus.org).

[18]. [www.rosemount-tg.com](http://www.rosemount-tg.com).

[19]. [www.krohne.com](http://www.krohne.com).

## ANNEXE 01 :

### Caractéristiques techniques du RTG 3930

<b>Incertitude :</b>	RTG 3930 ± 0,5 mm RTG 3930 L ± 3 mm
<b>Température de fonctionnement dans le réservoir :</b>	Max. +230 °C
<b>Plage de mesure :</b>	0,8 à 40 m sous la bride. Pour des plages de mesure plus étendues, demandez conseil à votre représentant Rosemount Tank Gauging.
<b>Pression :</b>	Bridé : -0,2 à 0,2 bar. Soudé : -0,2 à 10 bar
<b>Masse totale :</b>	Env. 25 kg (55 lbs)
<b>Matériau exposé à l'atmosphère du réservoir :</b>	Antenne : Acier résistant aux acides, type EN 1.4436 (AISI 316) Système d'étanchéité : PTFE Joint torique : FPM (Viton®)
<b>Dimensions de l'antenne :</b>	440 mm (17 in.)
<b>Taille du piquage :</b>	Min. 500 mm
<b>Montage sur le réservoir :</b>	Le jaugeur est bridé dans un trou d'un diamètre de 96 mm. ou soudé dans un trou d'un diamètre de 117 mm.
<b>Affichage de données sur site :</b>	Sur unité d'acquisition de données (DAU, page 26) ou unité d'affichage déportée (RDU, page 27) séparée.

## Annexe 02 :

### Caractéristiques techniques de la RDU 40

<b>Vue/logiciel :</b>	Données disponibles :	Niveau, creux, température ponctuelle, température moyenne, volume, valeur de niveau, puissance du signal
<b>Système électrique :</b>	Type d'affichage :	Affichage LCD graphique 128 x 64 pixels.
	Température ambiante :	-20 °C à 55 °C
	Certifications pour installation en zones dangereuses :	II 2 G EEx ib IIC T4 (ATEX) Classe 1 Div 1 Groupe A, B, C, D
	FM :	100 m (longueur totale si deux unités sont connectées au même jaugeur)
	Longueur de câble max. :	
<b>Système mécanique :</b>	Matériau du boîtier :	Aluminium moulé sous pression
	Dimensions (largeur x hauteur x profondeur) :	150 x 120 x 70 mm 1,2 kg
	Masse :	2 x M20, diamètre du câble 7-14 mm (spécifié dans la commande)
	Entrée de câble :	1 x M25, diamètre du câble 9-18 mm (spécifié dans la commande) NPT ½" et NPT ¾" avec adaptateurs externes IP 66 & 67
	En option :	
	Indice de protection IP :	

✚ Annexe 03 :

### Caractéristiques techniques du FBM 2180

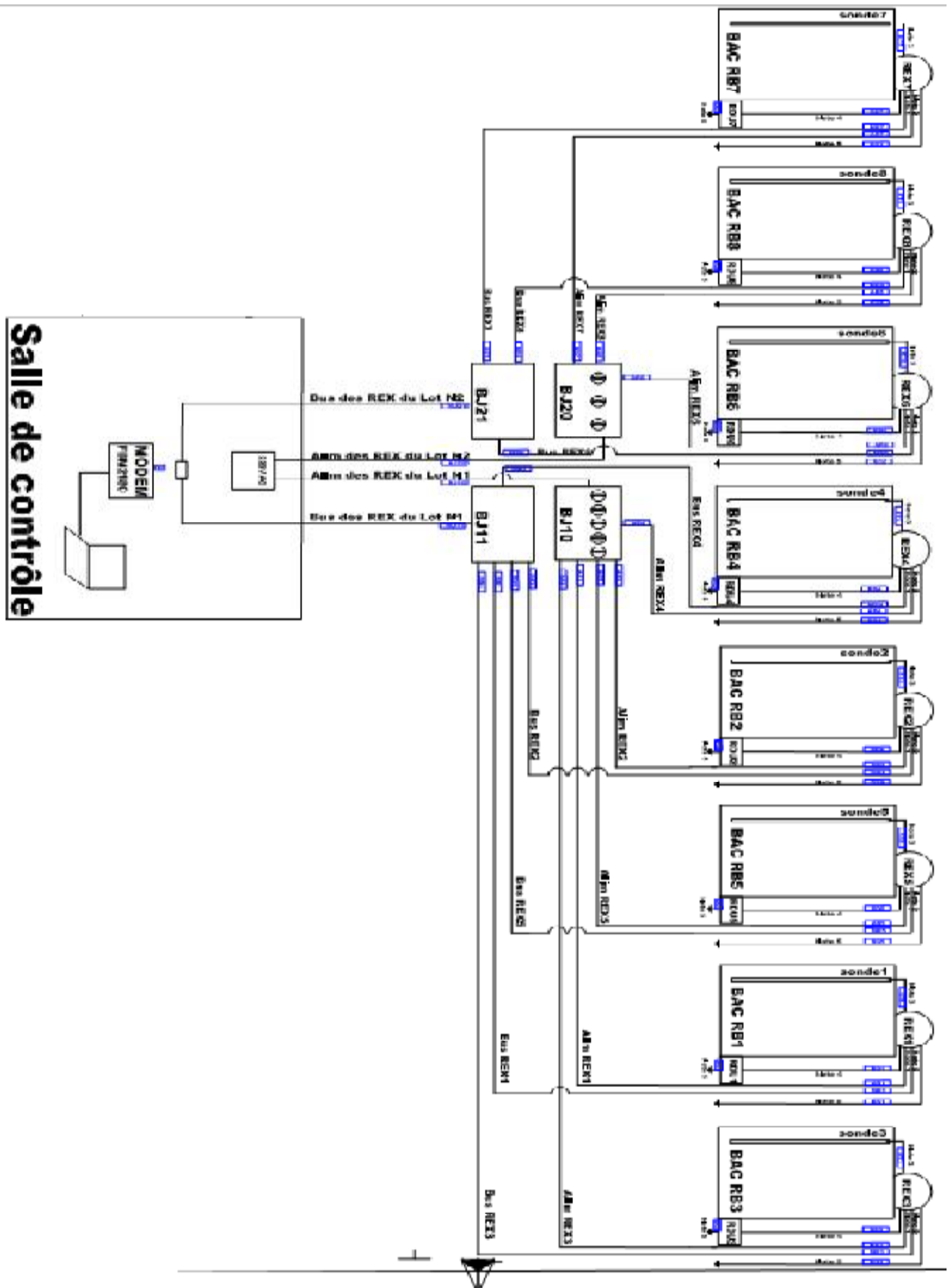
<b>Agréments zones dangereuses :</b>	Aucun
<b>Alimentation électrique (pour RS232 seulement) :</b>	Convertisseur CA/CC fourni pour produits Rosemount TankRadar® (7-12 V, 50 mA).
<b>Câble vers PC :</b>	RS232 : 3 m USB : 3 m, fourni.
<b>Protection du bus de terrain contre les surtensions :</b>	Isolation galvanique, protection contre les transitoires et dispositifs antiparasites.

✚ Annexe 04 :

### Caractéristiques techniques du bus de terrain TRL/2

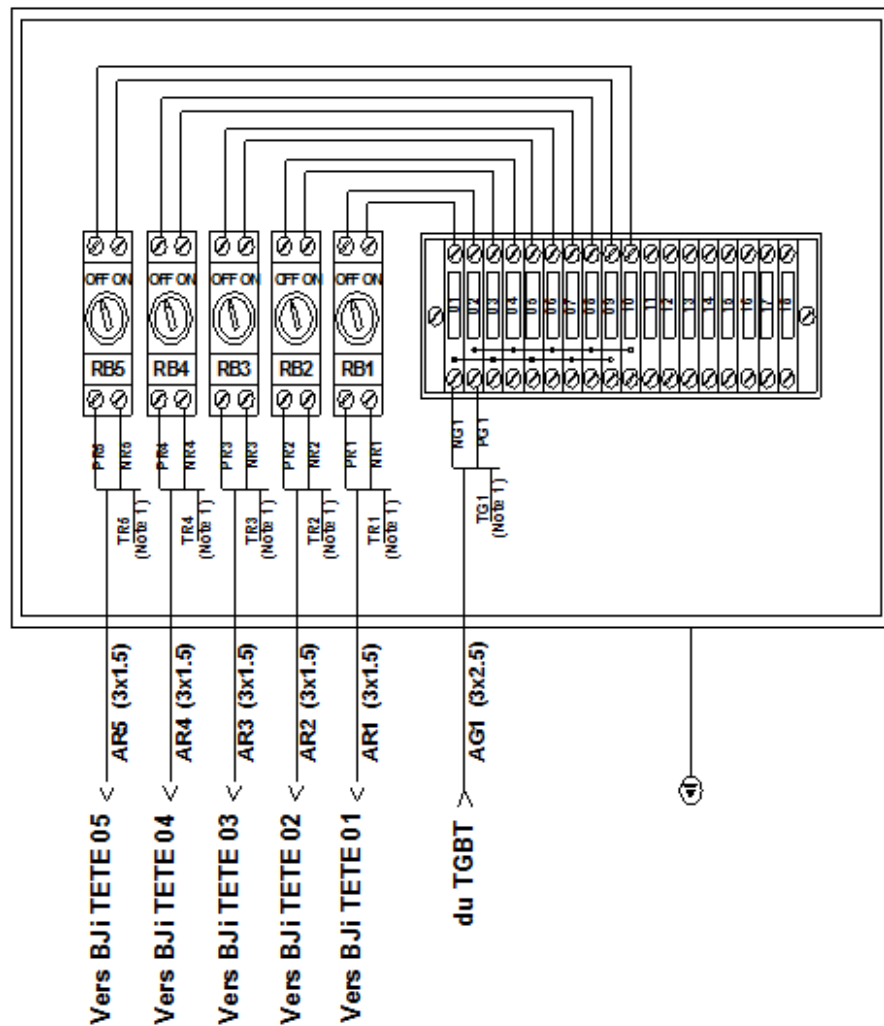
<b>Nombre d'unités :</b>	Il est recommandé d'utiliser un max. de 8 RTG avec unités DAU 2100 ou RDU associées sur un bus TRL/2
<b>Câble :</b>	Paire torsadée et blindée
<b>Section du câble :</b>	Min. 0,50 mm <sup>2</sup> AWG 20
<b>Longueur de câble :</b>	Max 4 km
<b>Type de modulation :</b>	FSK (par déplacement de fréquence), semi-duplex.

Annexe 05 :



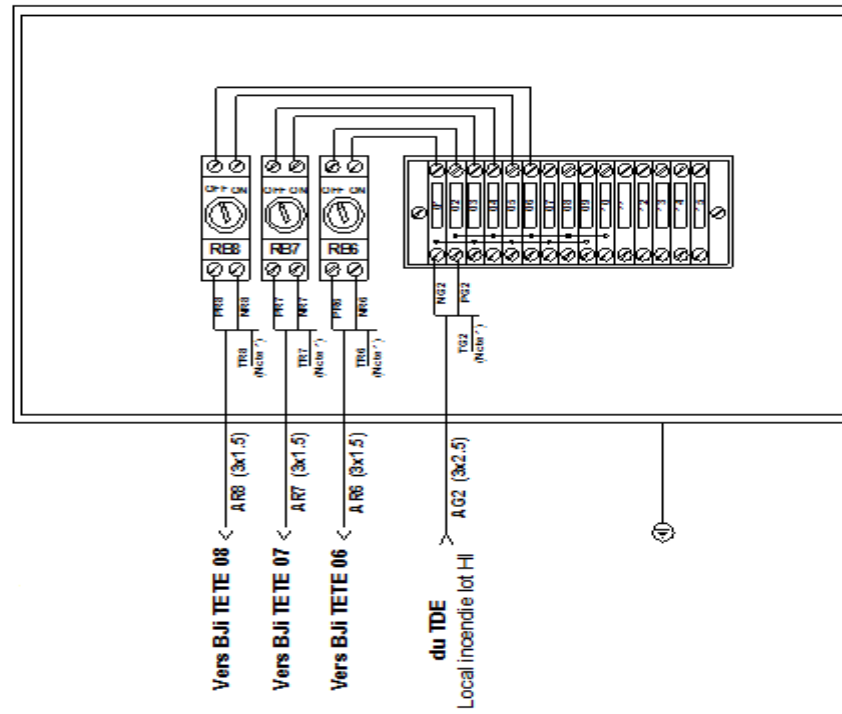
ANNEXE 06 :

**BJ10**



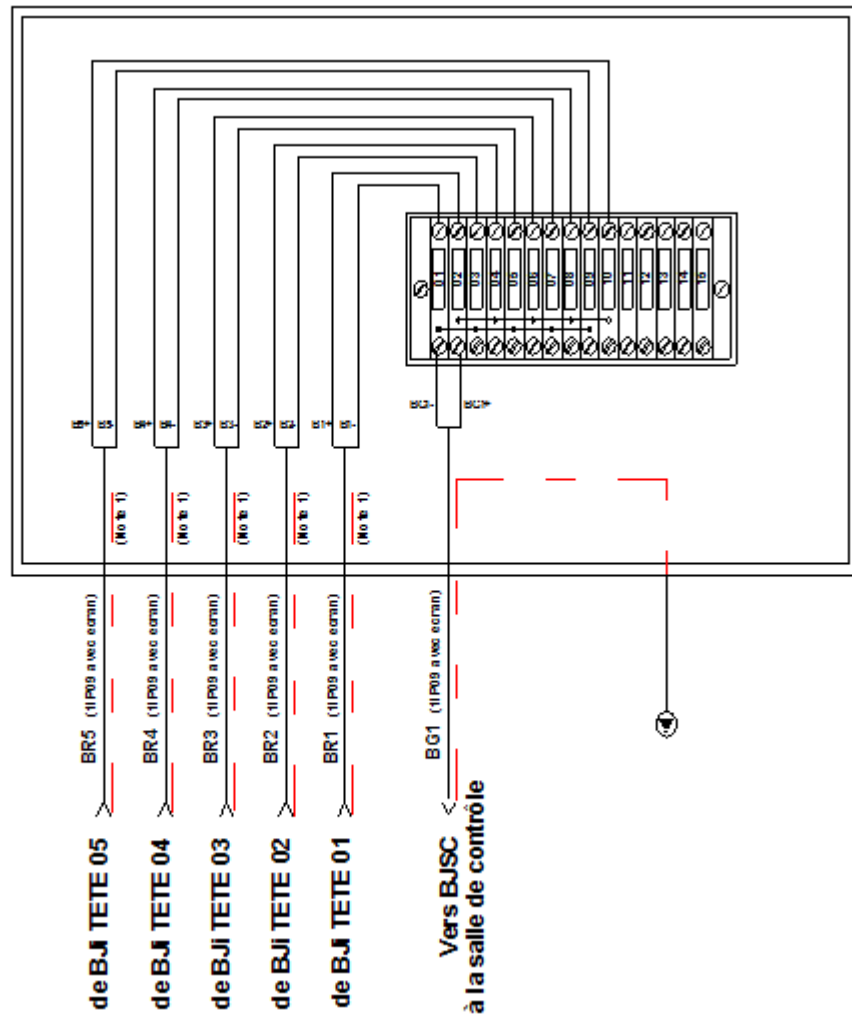
ANNEXE 07 :

**BJ20**



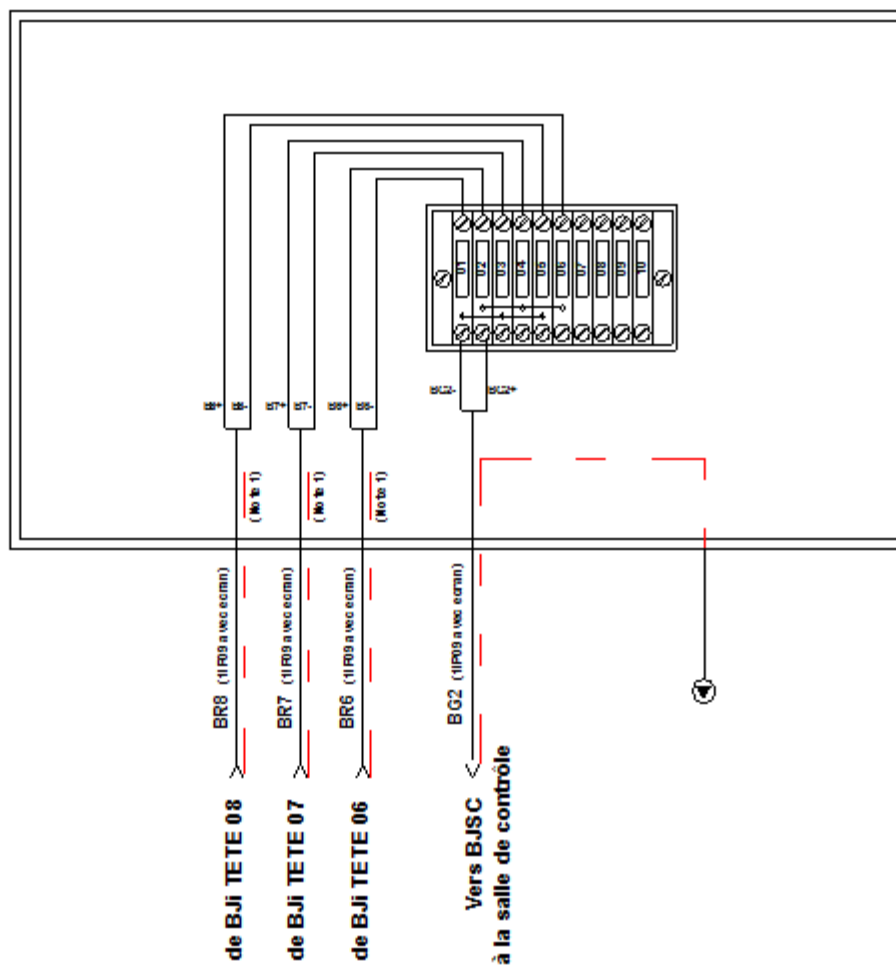
ANNEXE 08 :

**BJ11**



ANNEXE 09 :

**BJ21**



Annexe 10:

