

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



جامعة بجاية  
Tasdawit n'Bgayet  
Université de Béjaïa

Université Abderrahmane Mira Bejaia

Faculté de Technologie

Département de Génie électrique



# Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Électrotechnique

**Option:** Électromécanique

*Thème :*

ÉTUDE D'UN SYSTEME D'EXPLOITATION DE  
TRAITEMENT D'EAU AVEC SAUVEGARDE  
DE DONNÉES

Réalisé par :

- ALKAMA Kouceila
- BELLAL Koceila

Promoteur:

- Mr TAIB Nabil

Encadreur:

- Mr RABHI Djamel

Promotion: 2016-2017

# Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier «dieu» de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à nos chers **parents** pour leurs compréhensions, leurs encouragements et leurs soutiens sans failles.

Nous tenons à remercier **Mr TAIB Nabil** notre promoteur pour sa patience et sa coopération le long de cette période.

A tout le personnel de l'unité Sarl **IBRAHIM et fils** «ifri» pour leurs aides et leurs encouragements, spécialement à notre encadreur **Mr RABHI Djamel**.

Enfin, nous tenons à remercier toutes personnes qui ont donné leurs aides de près ou de loin, directement ou indirectement pour la réussite de ce travail.

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents.*

*Mes chères sœurs.*

*Mes chers cousins.*

*Toute ma famille.*

*Tous mes amis surtout (Rafik, Zahir,  
Zineddine, Habil, Moumen, et Nounour).*

*Mon cher camarade Kouceila.*

***Kouceila***

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à:*

*Mes chers parents.*

*Mes frères, mes sœurs, nièces et neveux.*

*Toute ma famille de près ou de loin.*

*Tous mes amis.*

*Toute la promotion de master Électrotechnique  
(2017). Bejaïa*

***Koceila***

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
<b>Présentation de la sarl ibrahim et fils «ifri»</b> .....	<b>2</b>

## **CHAPITRE 1 : DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU PROCESSUS DE L'UNITÉ DE TRAITEMENT DES EAUX**

<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>I.1 Description du procédé de l'installation</b> .....	<b>7</b>
<b>I.2 Les Membranes</b> .....	<b>8</b>
I.2.1 Classification des membranes .....	8
<b>I.3 Les différents traitements des eaux de l'installation</b> .....	<b>8</b>
I.3.1 Filtration a 150µm.....	8
I.3.2 Ultrafiltration .....	8
I.3.3 Filtration a 5µm .....	9
I.3.4 Osmose inverse.....	10
<b>I.4 Fonctionnement de l'ultrafiltration</b> .....	<b>11</b>
I.4.1 Arret en defaut uf.....	16
I.4.2 Arret d'urgence uf.....	17
<b>I.5 Fonctionnement de l'osmoseur</b> .....	<b>17</b>
I.5.1 Arret defaut osmoseur .....	19
I.5.2 Arret d'urgence osmoseur .....	20
<b>I.6 NEP (nettoyage en place)</b> .....	<b>20</b>
<b>I.7 Fonctionnement de l'installation</b> .....	<b>22</b>
<b>I.8 Les capteurs</b> .....	<b>23</b>
I.8.1 Debitmetre .....	23
I.8.2 Debitmetre electromagnétique.....	24
I.8.3 Débitmetre magnétique .....	24
I.8.4 Transmetteur de niveau .....	25
I.8.5 Les manometres a glycerine .....	26
I.8.6 Transmetteur de pression.....	26
I.8.7 Transmetteur de ph et redox .....	27
I.8.8 Sonde conductimétrique .....	28
I.8.9 Conductimetre .....	28
I.8.10 Transmetteur de temperature .....	29
<b>I.9 Pré-actionneurs</b> .....	<b>29</b>
I.9.1 Variateur de vitesse .....	30
I.9.2 Distributeur.....	30
<b>I.10 Les actionneurs</b> .....	<b>30</b>

I.10.1 Pompe de forage .....	30
I.10.2 Pompes de relevages pc605 01/02/03 .....	31
I.10.3 Pompes de haute pression pc502 01/02/03 .....	31
I.10.4 Pompes doseuses .....	32
I.10.5 Pompes de distribution .....	32
I.10.6 Pompes de nettoyage .....	33
I.10.7 Electrovanne .....	33
I.10.8 Vannes manuelles .....	34
I.10.9 Vannes pneumatiques tout ou rien (tor) .....	35
<b>I.11 Identification des équipements de la station .....</b>	<b>36</b>
I.11.1 Clapet anti-retour .....	36
I.11.2 Le mélangeur statique .....	37
I.11.3 Conduites .....	37
I.11.4 Cuves de stockages .....	37
<b>Conclusion .....</b>	<b>38</b>

## CHAPITRE 2 : OUTILS UTILISÉS

<i>Introduction</i> .....	39
<b>II.1 Les Automates Programmables Industriels .....</b>	<b>39</b>
II.1.1 Définition .....	39
II.1.2 Structure d'un API .....	40
II.1.3 Principe de fonctionnement .....	41
<b>II.2 Le SIMATIC S7-300 .....</b>	<b>41</b>
II.2.1 Définition .....	41
II.2.2 Composants d'un S7-300 .....	42
II.2.3 Interfaces .....	43
II.2.3.1 Interface multipoint (MPI) .....	43
II.2.3.2 L'interface PROFIBUS-DP .....	43
II.2.3.3 L'interface PROFINET .....	43
II.2.3.3.1 Les classes de communications .....	44
<b>II.3 Présentation de KEPServerEx .....</b>	<b>44</b>
II.3.1 Advanced Tags .....	45
II.3.2 OPC AE .....	45
II.3.3 Oracle Connector .....	45
II.3.4 SNMP Agent .....	45
II.3.5 EFM Exporter .....	46
II.3.6 Security Policies .....	46
<b>II.4 Les logiciels de supervision .....</b>	<b>47</b>
II.4.1 Supervision dans un environnement SCADA .....	47
II.4.2 Définition du système SCADA .....	47
II.4.3 Sous-systèmes du SCADA .....	47
II.4.4 Architecture du système SCADA .....	48
II.4.5 Fonctionnement du système SCADA .....	49

II.4.6 Avantage du système SCADA .....	49
II.4.7 Interfaces graphiques du système SCADA .....	49
II.4.8 Logiciel InTouch.....	50
II.4.8.1 Introduction au logiciel InTouch .....	50
II.4.8.2 Points forts du logiciels InTouch .....	50
II.4.8.3 Principe de gestion des animations .....	51
<b>II.5 Définition d'une base de données.....</b>	<b>52</b>
<b>II.6 Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) .....</b>	<b>52</b>
II.6.1 Définition .....	52
II.6.2 Rôle d'un SGBD .....	52
II.6.3 Quelques SGBD connus et utilisés.....	53
<b>II.7 SQL Server .....</b>	<b>53</b>
II.7.1 Définition .....	53
II.7.2 Version utilisée .....	54
II.7.3 Types d'applications .....	54
II.7.4 Différents Services du SQL Server .....	54
II.7.5 Liste des bases de données utilisées par SQL Server .....	55
<b>Conclusion .....</b>	<b>56</b>

## **CHAPITRE 3 : SAUVEGARDE ET EXPLOITATION DES DONNÉES**

<b>Introduction .....</b>	<b>57</b>
<b>III.1 Liaison Automate S7-300 Avec InTouch .....</b>	<b>57</b>
III.1.1 Automate s7-300 vers kepserverex_.....	57
III.1.2 Kepserver vers intouch .....	62
<b>III.2 Liaison InTouch avec SQL server .....</b>	<b>63</b>
III.2.1 Création des tables dans la base de données .....	63
III.2.2 Programme de sauvegarde (script) sur intouch.....	66
<b>III.3 Test de requêtes .....</b>	<b>67</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>69</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>70</b>

## **LISTE DES FIGURES**

## LISTE DES FIGURES

FIGURE I.1 : PROCÉDÉ D'ULTRAFILTRATION .....	9
FIGURE I.2 : FILTRE A 5 µM .....	9
FIGURE I.3 : COUPE D'UNE CARTOUCHE D'UN OSMOSEUR.....	10
FIGURE I.4 : UNITÉ D'OSMOSE INVERSE.....	10
FIGURE I.5 : ÉTAPE DE FILTRATION .....	11
FIGURE I.6 : ÉTAPE DE SOUFFLAGE À L'AIR .....	12
FIGURE I.7 : ÉTAPE DE VIDANGE PAR GRAVITÉ DU SOUFFLAGE À L'AIR .....	12
FIGURE I.8 : ÉTAPE DE LAVAGE À CONTRE-COURANT « HAUT ».....	13
FIGURE I.9 : ÉTAPE DE LAVAGE À CONTRE-COURANT « BAS ».....	14
FIGURE I.10: ÉTAPE DE LAVAGE DIRECT .....	15
FIGURE I.11 : OSMOSEURS .....	19
FIGURE I.12 : ÉTAPE DE NETTOYAGE EN PLACE .....	21
FIGURE I.13 : PLAN DU L'INSTALLATION .....	22
FIGURE I.14 : DÉBITMÈTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE.....	24
FIGURE I.15 : DÉBITMÈTRE MAGNÉTIQUE .....	25
FIGURE I.16 : TRANSMETTEUR DE NIVEAU .....	25
FIGURE I.17 : LES MANOMÈTRES À GLYCÉRINE .....	26
FIGURE I.18 : TRANSMETTEUR DE PRESSION .....	27
FIGURE I.19 : TRANSMETTEUR DE PH ET REDOX .....	27
FIGURE I.20 : SONDE CONDUCTIMÉTRIQUE.....	28
FIGURE I.21 : CONDUCTIMÈTRE .....	29
FIGURE I.22 : TRANSMETTEUR DE TEMPÉRATURE .....	29
FIGURE I.23 : VARIATEUR DE VITESSE.....	30
FIGURE I.24 : POMPE DE FORAGE .....	31
FIGURE I.25 : POMPE DE RELEVAGE .....	31
FIGURE I.26 : POMPE DE HAUTE PRESSION .....	32
FIGURE I.27 : POMPE DOSEUSE .....	32
FIGURE I.28 : POMPE DE DISTRIBUTION .....	33
FIGURE I.29 : POMPE DE NETTOYAGE.....	33
FIGURE I.30 : ÉLECTROVANNE.....	34
FIGURE I.31 : VANNE MANUELLE .....	35
FIGURE I.32 : VANNE PNEUMATIQUE (TOR).....	36
FIGURE I.33 : CLAPET ANTI-RETOUR.....	36
FIGURE I.34 : MÉLANGEUR STATIQUE .....	37
FIGURE I.35 : CUVE DE STOCKAGE.....	38



<b>FIGURE II.1 : SCHÉMA DES LIAISONS .....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURE II.2 : STRUCTURE INTERNE D'UN AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL .....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURE II.3 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN AUTOMATE .....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURE II.4 : LE MODULE S7-300 .....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURE II.5 : DIFFÉRENTES COMMUNICATION D KEPSERVEREX.....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURE II.6 : LES PLUG-INS DE KEPSERVEREX .....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURE II.7 : ARCHITECTURE D'UN SYSTÈME SCADA.....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURE II.8 : LES ANIMATIONS INTOUCH.....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURE II.9 : RÔLE D'UN SGBD .....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURE II.10 : SERVICES DU SQL SERVER 2008 .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURE III.1 : NOMMÉ LE CANAL.....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURE III.2 : MODE DE CONNEXION .....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURE III.3 : NOM DE LA CARTE RÉSEAU .....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURE III.4 : RÉCAPITULATIF DES INFORMATIONS DU CANAL .....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURE III.5 : NOM DE LA CONNEXION.....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURE III.6 : CHOIX DE L'AUTOMATE.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURE III.7 : ADRESSE IP.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGURE III.8 : TYPE DE LIEN .....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURE III.9 : RÉCAPITULATIF DE CRÉATION DE LA CONNEXION.....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURE III.10 : NOM D'APPLICATION SUR KEPSERVEREX .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURE III.11 : CRÉATION D'UN ACCÈS DEPUIS INTOUCH VERS KEPSERVEREX.....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURE III.12 : FENÊTRE DE CRÉATION D'UNE NOUVELLE BASE DE DONNÉES.....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURE III.13 : UNE PARTIE DES CONDUCTIVITÉS OBTENUES.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURE III.14 : UNE PARTIE DES NIVEAUX OBTENUS .....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURE III.15 : QUELQUES RÉSULTATS CORRESPONDANT AUX PRESSIONS SÉLECTIONNÉES.....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURE III.16 : LES PRESSIONS À OSMOSEUR 1 EN ARRÊT.....</b>	<b>69</b>

## *Liste des abréviations*

## Liste des abréviations

**ADS:** Air discharge sensor.

**AHU:** Air handling unit.

**API :** Automate programmable industriel.

**C :** compressor.

**CADS:** Condenser air discharge screen.

**CC:** Condenser coil.

**CCH:** Crankcase heater.

**CF:** Condenser fan.

**CF-MO:** Condenser fan motor.

**CHSF:** Condenser hood / sand filter.

**CP:** Control panel.

**CSV:** Comma-separated values.

**DISC:** Main electrical disconnect.

**EC:** Heater disconnects.

**ECA:** Economizer actuator.

**EDH:** Duct heater.

**EF:** Evaporator fan.

**EF-MO1:** Evaporator fan motor.

**FD:** Fire damper.

**FLTR:** Return air filter.

**HGS:** Hot gas solenoid.

**HGV:** Hot gas bypass valve.

**HPS:** High pressure switch.

**HTT:** Humidity / temp transmitter.

**IP:** Internet protocol.

**LLS:** Liquid line solenoid.

**LPS:** Low pressure switch.

**ODBC:** Open Database Connectivity.

**OPC:** OLE for Process Control.

**PDT:** Pressure diff tansmitter.

**PGAS:** Partitioned global address space.

**SNMP:** Simple Network Management Protocol.

**TCP:** Transmission Control Protocol.

**UF:** Ultrafiltration.

# *Introduction générale*

Depuis ses débuts en 1950, l'informatique a connu des transformations profondes. La transformation des matériels informatiques en vitesse, puissance, fiabilité, miniaturisation est impressionnante. La transformation du logiciel est au moins aussi profonde et la normalisation des objets, des processus, des langages informatiques a été indispensable pour que toutes ces transformations puissent avoir lieu. L'informatique est utilisée dans les usages privés et dans les domaines professionnels comme l'industrie surtout dans la supervision industrielle.

La supervision industrielle est une réponse aux besoins de modifications continues sur les procédés de fabrication. Le logiciel de supervision des systèmes de production intervient dans tout système à base d'automatisme pour visualiser immédiatement le bon fonctionnement d'une installation sur des écrans situés sur les pupitres des machines, sur des consoles de supervision industrielle dans des salles de contrôles et de surveillance, ou dans les bureaux spécialisés, ou externalisé à distance. Il regroupe ainsi sur les mêmes interfaces, des informations en " temps réels " collectées dans des ateliers et des salles de machines.

Les équipements dont la SARL IBRAHIM et Fils « ifri » dispose sont de haute performance et coûtent très cher, leur protection se fait via des systèmes de contrôle continu. L'objet de notre travail est l'étude d'un système d'exploitation de traitement d'eau avec sauvegarde de données. Le but est de sauvegarder, restaurer les données et détecter toute anomalie. Pour cela nous avons reparti notre travail en trois chapitres :

Le premier chapitre est dédié à l'étude du système existant avec l'élaboration de la spécification de chaque composant et de son rôle dans le système.

Le deuxième chapitre englobe une description générale des éléments qui interviennent dans l'acheminement des informations qui sont: l'automate programmable industriel, l'interface KEPServerEx, le système de supervision SCADA InTouch, et le serveur de base de données SQL Server.

Quant au troisième chapitre, il est consacré à la réalisation et la création des liaisons par l'interface KEP ServerEx entre l'automate et la base de données SQL Server. Les données sont récupérées par des requêtes choisies.

*Présentation de la SARL IBRAHIM et  
Fils «ifri»*

## **Présentation de la SARL IBRAHIM et Fils « ifri »**

---

Cette partie consiste à donner un aperçu général sur notre organisme d'accueil qui nous a proposé le thème.

### **1. Sa création**

La **SARL IBRAHIM et Fils « ifri »** est une société à caractère industriel évoluant dans le domaine de l'agro-alimentaire. Elle se situe à Ighzer Amokrane, daïra d'Ifri Ouzellaguene, dans la wilaya de Bejaia. Elle est implantée à l'entrée est de la vallée de la Soummam, au contrebas du massif montagneux du Djurdjura qui constitue son réservoir naturel d'eau.

A l'origine, il y avait la Limonaderie Ibrahim et fils, fondée en 1986 ayant pour activité la production de limonades diverses et de sirops. Ce n'est que dix ans plus tard le, 20/07/1996, que la société inaugure son premier atelier d'embouteillage d'eau minérale en **PET** (Polyéthylène téréphtalate).

A cette date, plus de 20 millions de bouteilles sont commercialisées sur l'ensemble du territoire national. Ce chiffre atteint 250 millions de litres en 2004 avant de franchir le cap des 500 millions de litres (emballage **PET** et verre) en 2005.

### **2. Sa forme juridique**

Créée en 1986, avec un statut juridique de **SNC** (société au nom collectif), ce n'est qu'en 1996 qu'elle hérite du statut de **SARL** (société à responsabilité limitée), composée de six associés.

### **3. Le capital social**

Le capital social était de 3.000.000 DA en 1996, ce dernier a subi une extension en 2005 ou il a atteint 1.293.000.000 DA.

Siège social : Zone industrielle « **AHRIK** » Ighzer Amokrane- Ifri Ouzellaguene (06231) Bejaia- Algérie.

Tel : 034351266. Fax : 034351232.

Web : [www.ifri-dz.com](http://www.ifri-dz.com) Email : [ifri@ifri-dz.com](mailto:ifri@ifri-dz.com)

### **4. Sa mission**

La **SARL « ifri »** investit ses concentrations dans le but d'élargir sa gamme de produit (objectif qualitatif), et d'augmenter sa capacité de production (objectif quantitatif). Cela permettra d'élargir son champ d'action. Parmi ses principaux objectifs, on trouve l'élargissement de son réseau d'exportation vers d'autres pays d'une part, répondre et subvenir aux besoins sans cesse d'une demande de marché international en augmentation.

## **Présentation de la SARL IBRAHIM et Fils « ifri »**

---

« Ifri » est présent dans plus d'une dizaine de pays. Son marché principal est l'Algérie suivi de près par la France, l'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, la Belgique, Luxembourg, le Soudan, le Mali, le Niger et les Emirats Arabes Unis.

### **5. Activités et missions**

#### **5.1 Produits IFRI disponibles sur le marché**

- Eau fruitée aux raisins mure : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée aux raisins cerise : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée à l'oranges : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée aux citrons : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée à la carotte : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée a l'orange light : bouteilles en verre (1L)
- Eau minérale : bouteilles PET (0.33L) pour AIR ALGERIE.
- Eau minérale gazeifiée à la menthe : bouteilles en verre (1L et 0.25l) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Eau minérale naturelle : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L, 0.5L, et 0.5L avec bouchon sport).
- Eau minérale gazeifiée au citron : bouteilles en verre (1L et 0.25l) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Eau minérale gazeifiée a l'orange : bouteilles en verre (1L et 0.25l) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Eau minérale fruitée à l'orange light : bouteilles en verre (0.25L)
- IFRI au lait : bouteilles en verre (0.25L)
- Soda citron light : bouteilles en verre (1L) et bouteilles PET (1.25L).
- Soda pomme verte light : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Soda orange light : bouteilles en verre (1L) et bouteilles PET (1.25L).
- Soda fraise : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Soda pomme verte : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1.5L et 0.33L).
- Soda pomme : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1.5L et 0.33L).
- Soda citron : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1.5L et 0.33L).
- Soda bitter : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Soda orange : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1.5L et 0.33L).
- Soda pomme light : bouteilles en verre (1L) et bouteilles PET (1.25L).



### 5.2 Produits ASEPTIQUE IFRUIT disponibles sur le marché

#### ✚ JUS ASEPTIQUE :

- Jus de Mangue: bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus de Melon-Ananas : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus d'Orange : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus de Raisins-mures : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus de Carottes : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Tropical : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus OCC (Orange, Carotte, Citron) : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Orange-Pêche : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Pêche-Abricot : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Biscuit : bouteille PET (1L).

#### ✚ JUS ASEPTIQUE LIGHT (0% SUCRE) :

- Jus d'Orange 100% : bouteille PET (1L).
- Jus de Pomme 100% : bouteille PET (1L).

#### ✚ JUS ASEPTIQUE AU LAIT

- Jus Fraise-Pomme au lait : bouteille PET (1L, 0.33L 0.20L).
- Jus Mangue-Orange au lait : bouteille PET (1L, 0.33L 0.20L).

#### ✚ JUS ASEPTIQUE ENERGITIQUE :

- Jus Azro Cerise : bouteille PET (0.5L).
- Jus Azro Fraise- Ananas : bouteille PET (0.5L).



Figure 1: Divers produits d'Ifruit

### 6. Organigramme de la S.A.R.L Ibrahim et Fils « IFRI »

La structure organisationnelle de la SARL IBRAHIM & Fils repose sur un modèle hiérarchique classique. L'organigramme suivant schématise les différentes directions et services de l'entreprise :



## 7. Situation géographique

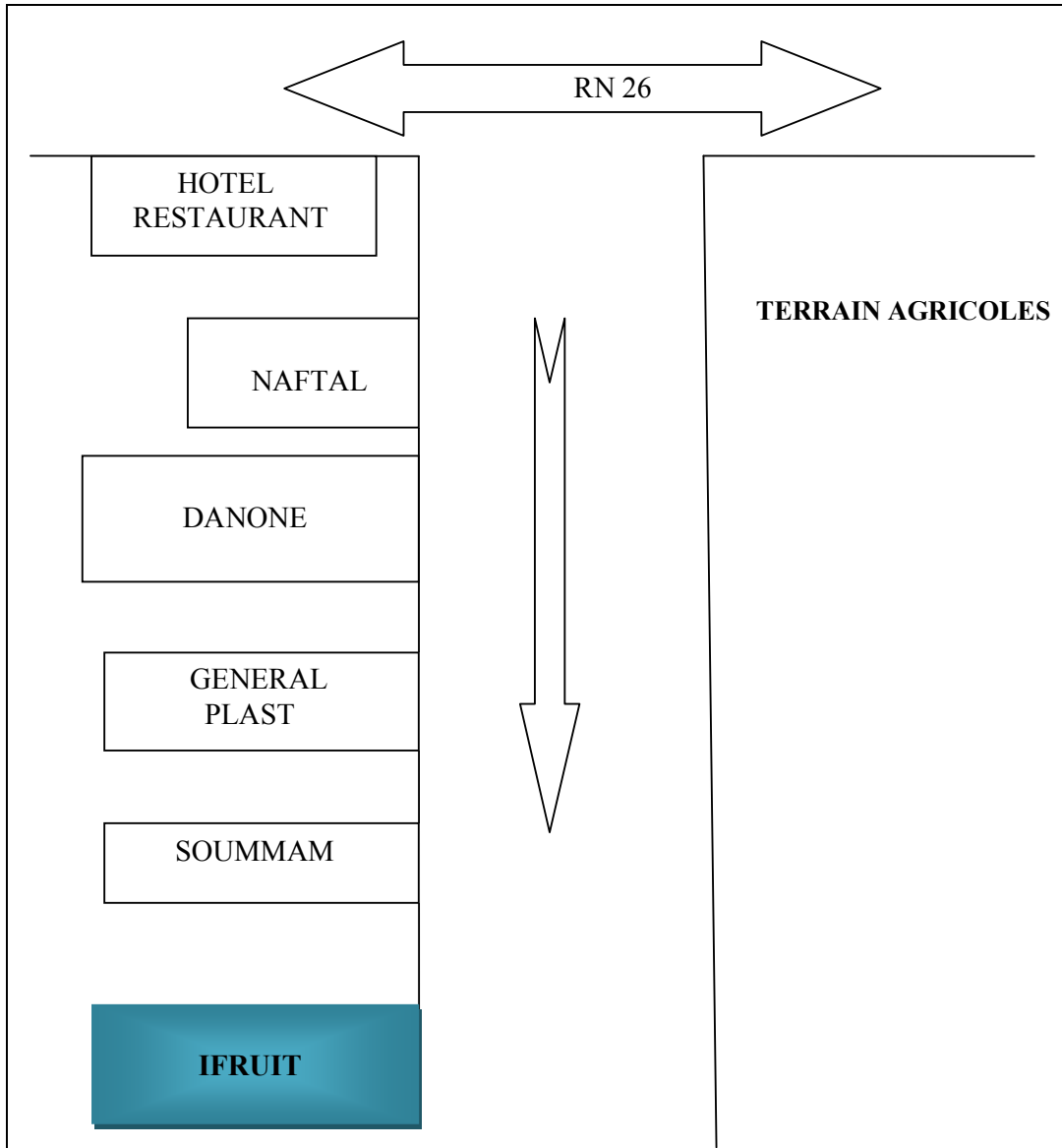


Figure 2 : Situation géographique

# **Chapitre 1**

*Description et fonctionnement du  
processus de l'unité de traitement des  
eaux*

## **Introduction**

Les technologies membranaires ont pris, au cours de cette dernière décennie, de plus en plus d'importance dans le domaine du traitement de l'eau et ce n'est pas sans raison qu'elles sont considérées aujourd'hui comme la technologie du futur. Les raisons en sont évidentes : elles assurent une épuration à la fois efficace et respectueuse de l'environnement, qui se fait quasiment sans aucune utilisation de produits chimiques. Les membranes d'ultrafiltration se sont imposées dans le domaine du traitement de l'eau potable. Elles peuvent filtrer l'eau avec une telle finesse que celle-ci ne contient au final quasiment plus aucune matière solide. Les bactéries, parasites et virus ne sont pas tués, mais totalement filtrés de l'eau potable.

Dans ce chapitre, nous décrirons les différents éléments de l'unité de traitement des eaux et leur fonctionnement, en commençant par l'arrivée d'eaux de forage jusqu'à la sortie de l'eau osmosée qui part vers la distribution.

## **I La station de traitement des eaux HYTEC**

Bien qu'on dise que l'eau n'a pas de couleur ni de goût, sa qualité varie d'un lieu à un autre. Cette étape vise donc, à travers des traitements chimiques et physiques, à traiter l'eau de sorte à ce qu'elle corresponde à un seul standard.

### **I.1 Description du procédé de l'installation**

L'eau utilisée dans cette installation est prélevée d'un forage, pompée par la Pompe de forage dans deux bâches d'eaux brutes (1 et 2) de 309 m<sup>3</sup> chacune, puis injectée par trois pompes de relevages PC605 01/02/03 dans quatre filtres à 150µm. Par suite, elle est acheminée dans trois unités d'Ultrafiltrations qui fonctionnent en parallèles, sauf en cas de maintenance d'un des trois systèmes, l'eau ultrafiltrée est stockée dans trois cuves de 60 m<sup>3</sup>.

L'eau filtrée stockée dans les cuves est pompée par trois pompes de haute pression PC502 01/02/03 dans un filtre à 5µm, puis dans trois unités d'osmoses inverses. L'eau osmosée est stockée dans trois cuves de 60 m<sup>3</sup> chacune, puis distribuée vers les unités de productions de boissons diverses.

## **I.2 Les membranes**

La membrane est définie comme une couche mince semi-perméable qui joue le rôle d'une barrière sélective qui sépare les substances dissoutes ou non, sous l'action d'une force chimique (concentration) ou physique (pression). En général, les constituants qui sont plus petits que les pores de la membrane sont capables de passer à travers la membrane sous l'effet d'une pression appliquée tandis que les substances et les molécules de taille plus importante sont retenues par la membrane.

### **I.2.1 Classification des membranes**

Il existe différents types de membranes :

- ✓ Les membranes minérales (ou inorganique)
- ✓ Les membranes organiques
- ✓ Les membranes composites
- ✓ Les membranes échangeuses d'ions

## **I.3 Les différents traitements des eaux de l'installation**

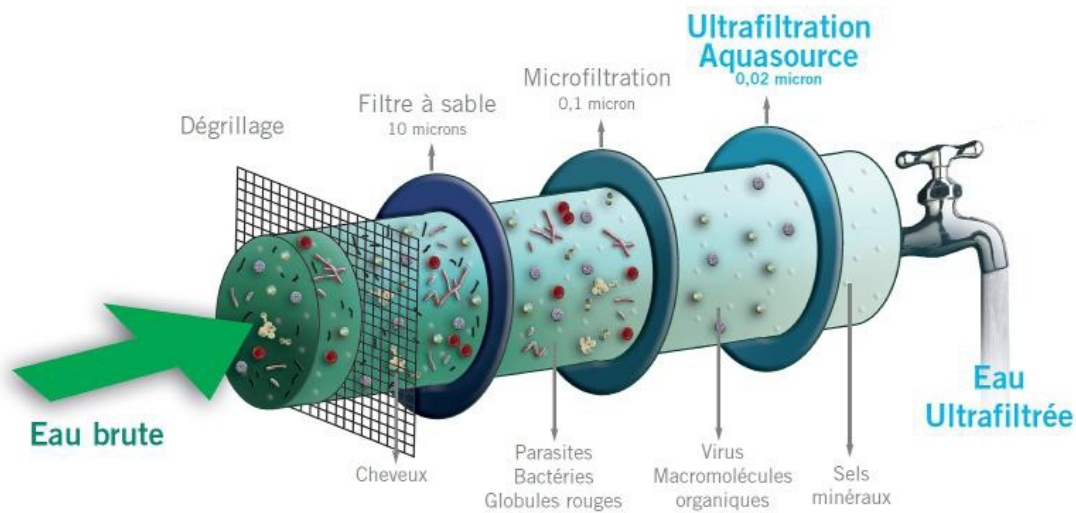
L'eau subit les traitements suivants:

### **I.3.1 Filtration à 150 µm**

L'eau brute entrante à une pression de 2 bars est filtrée par l'intermédiaire de quatre filtres dans le but de retenir les particules supérieures à 150 µm (sables, caillou, ...).

### **I.3.2 Ultrafiltration**

L'eau filtré à 150 µm entre dans les unités d'ultrafiltrations avec une pression  $\approx 2$  bars. Ce procédé simple dit « basse pression » permet la clarification et la désinfection de l'eau en une seule étape. La paroi des membranes agit comme un filtre pour toutes les particules de taille supérieure à 10-20 nm : pollens, algues, parasites, bactéries, virus, germes et molécules organiques. Le pouvoir filtrant de l'ultrafiltration est 1000 fois supérieur à celui des filtres de 150 µm.



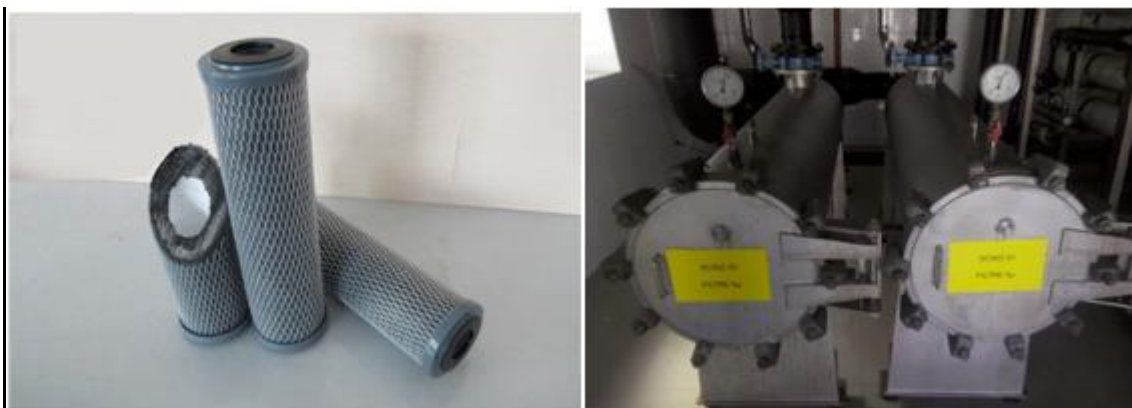
**Figure I.1 : Procédé d'Ultrafiltration**

### I.3.3 Filtration à 5 $\mu\text{m}$

L'eau ultrafiltrée stockée dans les cuves, entre dans les filtres à 5  $\mu\text{m}$  avec une pression de 9.5 - 12 bars. Elle est mélangée avec un anti-scalant.

L'anti-scalant empêche les carbonates et les sulfates contenu dans l'eau de colmater les membranes et augmente la performance des systèmes à osmose inverse.

Le filtre à cartouche de 5  $\mu\text{m}$  sert de filtration de sécurité et permet de dissocier les colloïdes existants et les particules de l'eau ultrafiltrée.



**Figure I.2 : Filtre à 5  $\mu\text{m}$**

### I.3.4 Osmose inverse

L'eau filtrée à 5  $\mu\text{m}$  entre dans l'osmoseur. La technique d'osmose inverse effectuée par l'intermédiaire des membranes, la séparation de l'eau et les sels minéraux à une pression de 9.5-12 bars. Après séparation, on obtient deux solutions, le perméat et le concentrât.

Le perméat est le liquide épuré des autres composants en suspension, il est injecté dans trois cuves de stockage. Le concentrât est le fluide enrichi en substances arrêtées par la membrane, il s'écoule vers deux bâches de stockages.

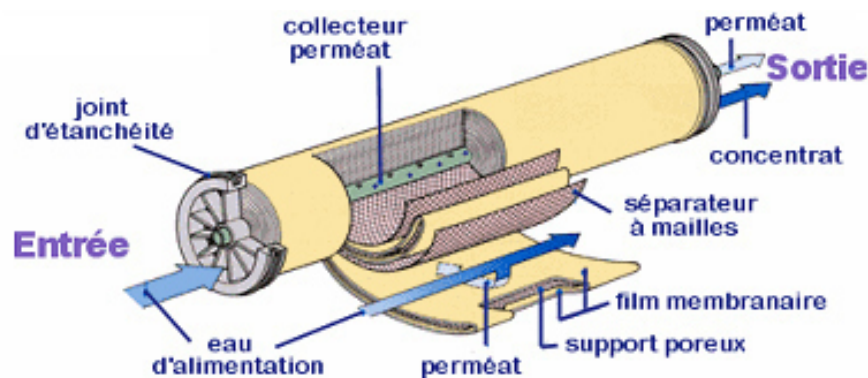


Figure I.3 : Coupe d'une cartouche d'un Osmoseur

L'unité d'osmose inverse est constituée de deux étages qui fonctionnent en parallèle, le concentrât récupéré dans le 1<sup>er</sup> étage et réinjecté dans le 2<sup>ème</sup> étage afin de le filtrer à nouveau.

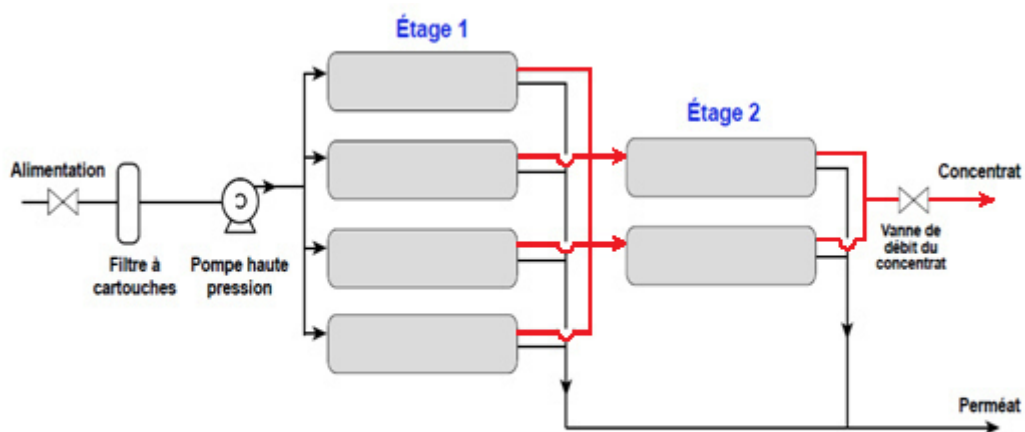


Figure I.4 : Unité d'osmose inverse



## I.4 Fonctionnement de l'Ultrafiltration

Lors du démarrage initial, les modules sont rincés par un *rinçage direct* afin d'éliminer tous les produits chimiques résiduels ainsi que l'air piégé dans les modules. Le rinçage se déroule côté extérieur des fibres et n'entraîne aucune filtration d'eau d'alimentation produisant un filtrat. Une fois le *rinçage direct* terminé, les modules peuvent être placés en *mode exploitation*. Un cycle d'exploitation dure de 20 à 90 minutes.

En mode d'exploitation, 100 % de l'eau d'alimentation est convertie en filtrat. Ce mode est aussi appelé filtration frontale. Lors de cette étape, tous les contaminants sont retenus et se déposent à la surface de la membrane à fibres creuses. De ce fait, la pression transmembranaire (PTM) augmente. Une fois écoulée la durée prédéfinie du cycle d'exploitation, une séquence de lavage à contre-courant commence.

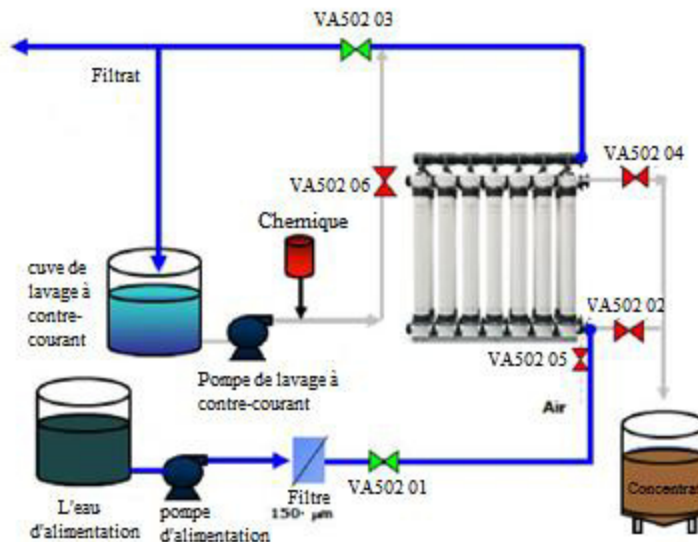


Figure I.5 : Étape de filtration

Le système passe automatiquement en *mode lavage à contre-courant* habituellement selon une périodicité prédéfinie. Ce mode comprend les étapes suivantes : soufflage à l'air, vidange par gravité, lavage à contre-courant « haut », c'est-à-dire avec évacuation via l'orifice de sortie supérieur, lavage à contre-courant « bas », c'est-à-dire avec évacuation via l'orifice de sortie inférieur, et rinçage direct.

L'étape de *soufflage à l'air* permet de décoller les particules déposées sur la surface extérieure de la membrane. De l'air est introduit du côté extérieur des fibres, en utilisant uniquement le

volume de rétention d'eau du module. L'eau d'alimentation et le concentrât ainsi chassés sont évacués via l'orifice de sortie supérieur du module et éliminés. Après 20 à 30 secondes de soufflage à l'air continu ou intermittent, le module est *vidangé* par gravité.

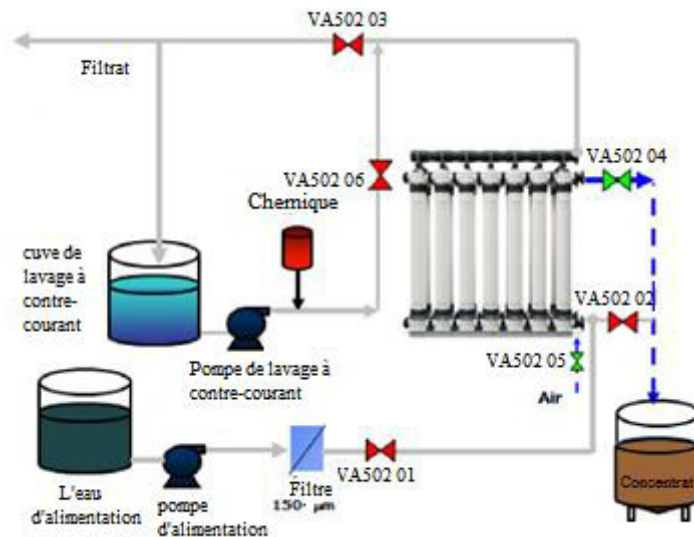


Figure I.6 : Étape de soufflage à l'air

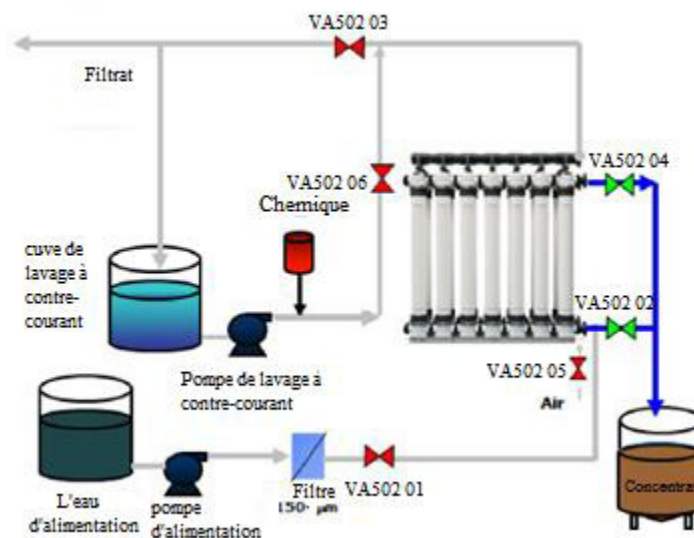


Figure I.7 : Étape de vidange par gravité du soufflage à l'air

La *première étape du lavage à contre-courant* est réalisée après la vidange par gravité. L'écoulement du filtrat est inversé, de l'intérieur vers l'extérieur des fibres, et l'eau du lavage à contre-courant est évacuée via l'orifice de sortie supérieur du carter du module.

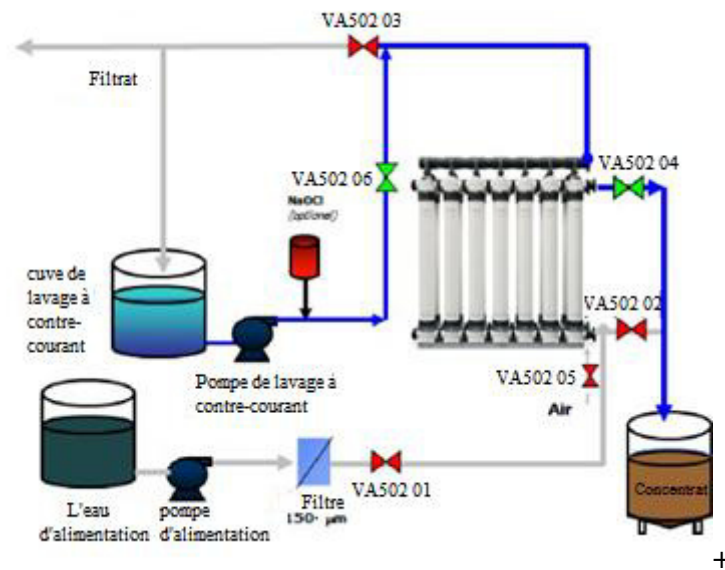


Figure I.8 : Étape de lavage à contre-courant « haut »

La *seconde étape du lavage à contre-courant* est réalisée afin d'évacuer l'eau du lavage à contre-courant via l'orifice de sortie inférieur. Le filtrat continue à s'écouler de l'intérieur vers l'extérieur de la fibre, et l'eau du lavage à contre-courant est évacuée via l'orifice de sortie inférieur du carter du module, ce qui garantit que les fibres ont été nettoyées sur toute leur longueur. Les étapes du lavage à contre-courant peuvent être réalisées plusieurs fois, en fonction du degré de colmatage. Une fois le lavage à contre-courant terminé, un *rinçage direct* est effectué afin d'éliminer les particules de grande taille restantes et l'air piégé à l'extérieur des fibres. Après un lavage à contre-courant, les modules repassent en mode *d'exploitation normale*.

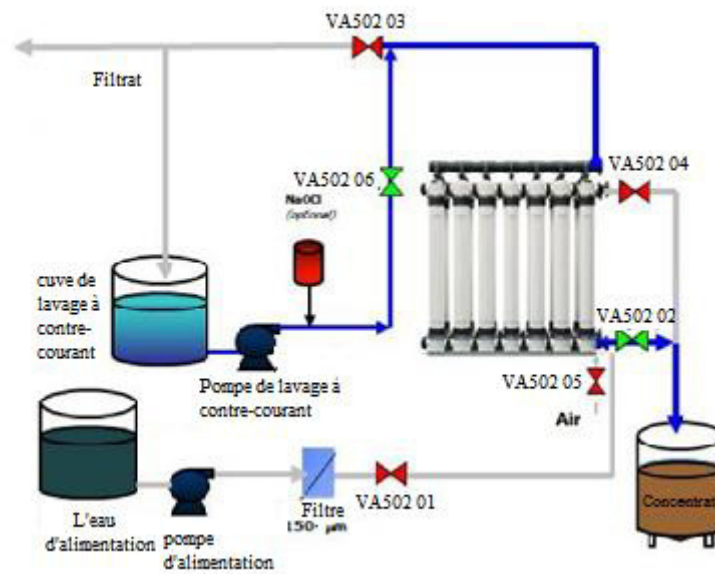
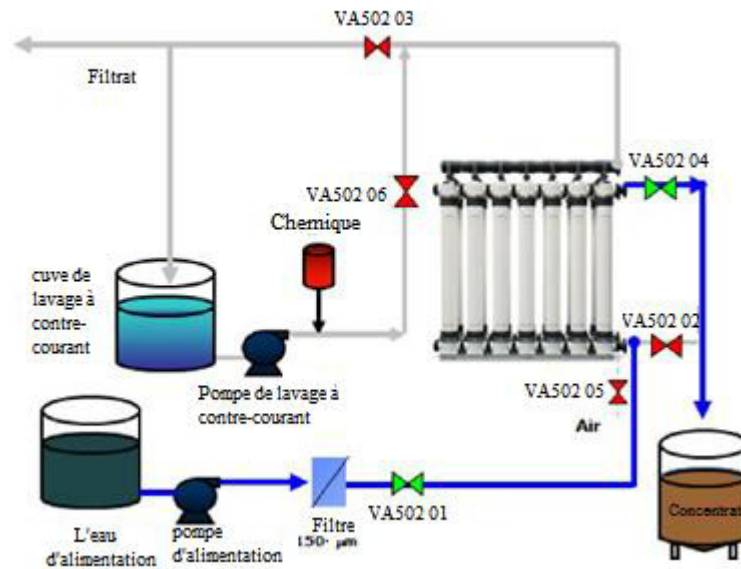


Figure I.9 : Étape de lavage à contre-courant « bas »

Le **CEB** signifie lavage chimique à contre-courant. La fréquence des CEB dépend de la qualité de l'eau d'alimentation. Les CEB peuvent être inutiles si la qualité de l'eau d'alimentation est élevée. Le procédé CEB est réalisé automatiquement à intervalles réguliers, mais sa fréquence peut être adaptée en fonction des résultats d'exploitation obtenus sur site. Le CEB est réalisé avec du filtrat UF et un réactif chimique acide ou basique. La solution alcaline peut associer un oxydant et un produit alcalin afin d'éliminer plus efficacement les contaminants de la surface de la membrane. La sélection des produits chimiques est réalisée en conformité avec les préconisations pour les applications d'ultrafiltration et en fonction du type de colmatage côté alimentation.



**Figure I.10: Étape de lavage direct**

Les étapes du CEB sont les mêmes que celles d'un *lavage à contre-courant* classique, à ceci près que des réactifs chimiques sont injectés dans l'eau du lavage à contre-courant et qu'une étape de trempage est ajoutée après la seconde étape de lavage. De plus, le CEB peut être réalisé à débit réduit, égal à 50 % du débit de lavage à contre-courant classique.

Le *trempage* dure 5 à 20 minutes, afin de laisser le temps aux produits chimiques de réagir avec les contaminants qui se sont collés sur la surface de la membrane ou ont pénétré dans la paroi des fibres. Il est possible de réaliser un soufflage à l'air intermittent pendant l'étape de trempage. Après le trempage, un lavage à contre-courant classique (soufflage à l'air, vidange par gravité, lavages à contre-courant « haut » et « bas », rinçage direct) est effectué, afin d'éliminer les particules restantes et de purger les produits chimiques résiduels. Après un CEB et avant le début de l'étape *d'exploitation*, il se peut que le filtrat initialement produit soit envoyé vers le système de collecte des rejets afin d'éliminer les produits chimiques résiduels. Cette étape dépend de la conception du système de tuyauterie et des vannes ainsi que des exigences relatives au filtrat en aval. [1]

---

### **I.4.1 Arrêt en défaut UF**

Pour que l'UF rentre en défaut il doit vérifier une des conditions suivantes:

Ne pas être en cycle ARRET URGENCE

ET

OU Demande arrêt par exploitant depuis MODE ARRET IHM

OU NH ou NTH stockage d'eau ultrafiltrée atteint (cuve remplie)

OU débit perméat UF1 faible

OU pression très faible alimentation UF1

OU débit faible perméat UF1

OU débit fort perméat UF1

OU débit faible alimentation UF1

OU débit fort alimentation UF1

OU pression haute alimentation UF1

OU défaut chlore en excès UF1

OU Lavage en cours

ET eau pré traitée UF non disponible pour lavage

OU défaut moteur PC502 04 pompe lavage

OU défaut variateur PC502 04 pompe lavage

OU débit faible eau ultrafiltrée lavage UF

OU débit fort eau ultrafiltrée lavage UF

OU pression haute eau ultrafiltrée lavage UF

Si une des conditions est vérifiée, l'UF rentre en défaut comme suit :

Les pompes PC605 01/02/03 s'arrêtent et la vanne VA502 01 se ferme progressivement, puis les vannes VA502 05/06/03/02/04 se ferment successivement.

#### **I.4.2 Arrêt d'urgence UF**

L'Arrêt d'urgence de l'UF se fait par la vérification des conditions suivantes

MODE ARRET UF1 inactif

ET

OU défaut disjonction protection électrique vannes UF1

OU défaut vanne alimentation UF1

OU défaut pression haute perméat UF1

OU défaut delta pression haute PT502 01/02 sur membranes UF1

OU défaut pression haute PT605 01 sortie pompe forage

OU aucune pompe PC605 ne fonctionne

Si une des conditions est vérifiée, l'UF s'arrête en urgence comme suit :

Les pompes d'alimentations PC605 01/02/03 s'arrêtent puis la pompe de contre lavage PC502 04 s'arrête suivie de la fermeture progressive de la vanne VA502 01, et la fermeture des vannes VA502 05/06/03/02 successivement.

#### **I.5 Fonctionnement de l'Osmoseur**

Après la procédure d'ultrafiltration est entamée la procédure de traitement par osmose inverse. L'unité d'osmose inverse produit 84m<sup>3</sup>/h d'eau déminéralisée. Le réservoir intermédiaire pour l'eau ultrafiltrée permet de faire fonctionner la ligne d'osmose.

L'eau provenant du réservoir d'eau ultrafiltrée est détectée par le transmetteur de flux et de pression ce qui enclenche les pompes de haute pression PC502 01/02/03. Après le démarrage des osmoseurs, la pompe doseuse PD124 01 démarre pour injecter l'anti-scalant, qui a pour rôle d'empêcher les carbonates et les sulfates contenues dans l'eau de colmater les membranes et augmente la performance des systèmes à osmose inverse. Le dosage est

équipé d'un transmetteur de niveau qui indique le niveau du produit chimique contenu dans le réservoir. Le réservoir est rempli manuellement dès que le niveau atteint le seuil M. Dans le cas contraire il continue à diminuer jusqu'à atteindre le seuil LL, l'arrêt de la filtration (osmose inverse) est enclenché afin de protéger la pompe doseuse.

L'eau poursuit son cheminement vers la ligne d'osmose. Le système d'osmose inverse est le traitement final dans tout le système de traitement proposé. L'eau filtrée est envoyée aux unités d'osmose inverse par les pompes à haute pression PC502 01/02/03 après ouverture des vannes VA504 01/31/61.

L'osmoseur effectue une purge de démarrage avant d'entamer la production par l'ouverture des vannes VA504 03/33/63 pour évacuer l'eau vers l'égout.

Dans les modules (membranes), l'eau est séparée en eau déminéralisée (eau osmosée) et en eau concentrée (eau de décharge), cette dernière sera acheminer vers des cuves de stockages du concentrât par ouverture des vannes VA504 02/32/62.

L'eau osmosée est acheminée vers les cuves de stockages d'eau osmosée qui, lorsque les cuves atteignent 80% de leurs capacité, le traitement par osmose inverse s'arrête en fermant les vannes d'entrées, et arrêtant la pompe doseuse et les pompes à haute pression si celles-ci sont enclenchées.



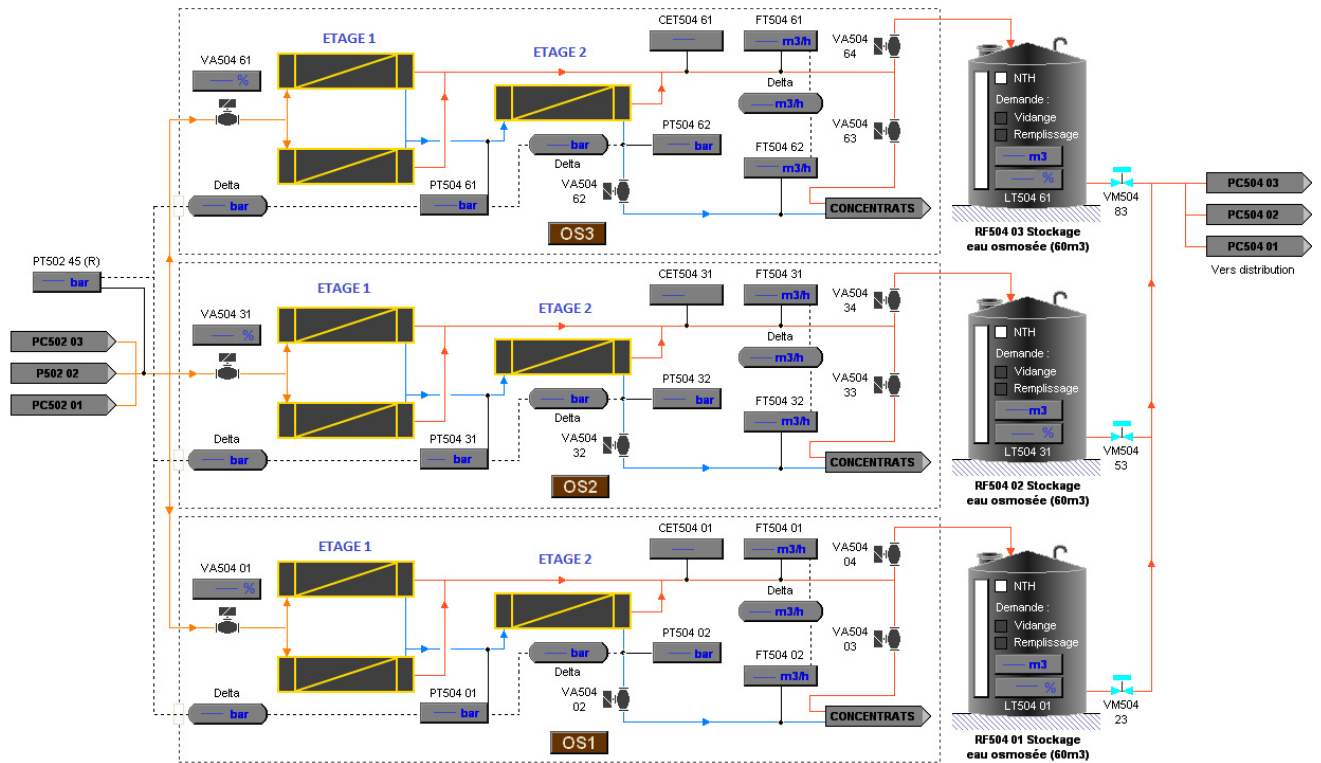


Figure I.11 : Osmoseurs

### I.5.1 Arrêt Défaut Osmoseur

Pour que l'Osmoseur rentre en défaut, il doit vérifier une des conditions suivantes:

Ne pas être en cycle ARRET URGENCE

ET

OU Demande arrêt par exploitant depuis MODE ARRET IHM

OU Stock eau ultrafiltrée vide (seuil L)

OU Vanne manu au pied des cuves de stockage eau ultrafiltrée est fermée

OU Vanne manu au pied des cuves de stockage eau osmosée est fermée

OU Stock eau osmosée plein (seuil H)

ET Bouton poussoir mode arrêt osmoseur 1 inactif

L'arrêt en défaut initialise toutes les étapes en étape initiale

---

## I.5.2 Arrêt d'urgence Osmoseur

L'Arrêt d'urgence de l'Osmoseur se fait par la vérification des conditions suivantes

Mode arrêt Osmoseur 1 inactif

ET

OU arrêt d'urgence des pompes PC502 01/02/03

OU pression haute de sortie pompe PC502 alimentation osmoseurs

OU pression basse de sortie filtre alimentation osmoseurs

OU aucune pompe PC502 ne fonctionne

OU mode arrêt osmoseur inactif

ET défaut disjonction protection électrique vannes osmoseur 1

OU discordance entre la vanne VA504 03 avec LSO504 03

OU discordance entre la vanne VA504 04 avec LSO504 04

OU défaut vanne alimentation VA504 01 osmoseur 1

L'apparition d'un défaut d'urgence a pour effet d'arrêter immédiatement les trois pompes PC502 01/02/03, cela impacte les osmoseurs qui sont tous mis à l'arrêt.

## I.6 NEP (Nettoyage En Place)

Un nettoyage en place (*Cleaning in place' CIP' en anglais*) est une opération en discontinu qui comprend des lavages à contre-courant, une recirculation de produits chimiques et un trempage afin de nettoyer les fibres creuses. Il est réalisé à la demande. Le procédé peut être automatisé, mais est le plus souvent réalisé manuellement. Sa fréquence dépend de la qualité de l'eau d'alimentation et de la stratégie de contrôle de routine du colmatage; elle peut varier de un à six mois. Un **lavage à contre-courant** classique (soufflage à l'air, vidange, lavages à contre-courant « haut » et « bas ») est réalisé avant d'effectuer ce procédé. Les étapes du lavage à contre-courant peuvent être réalisées plusieurs fois, afin d'éliminer les contaminants ou les substances colmatantes ne nécessitant pas un traitement chimique. Une fois les étapes du lavage à contre-courant réalisées, le module est **vidangé** par gravité afin d'évacuer l'eau excédentaire et d'éviter la dilution de la solution chimique **NEP**. Cette solution chimique contenue dans la cuve de mélange de produits chimiques est **mise en recirculation** pendant 30 minutes à travers les modules, côté extérieur des fibres creuses. Une partie de la solution en recirculation peut traverser les fibres creuses et est renvoyée vers la cuve de produits chimiques de nettoyage. Un filtre à cartouche permet d'éliminer les

particules présentes dans la solution pendant la recirculation. Remarque : la solution **NEP** peut-être réchauffée à 40 °C pour améliorer l'efficacité de l'élimination des contaminants des fibres creuses. Il est possible de mesurer le pH de la solution pendant le procédé de nettoyage et de faire l'appoint en produits chimiques afin de maintenir le pH cible et l'efficacité de la solution. Un **trempage** est réalisé après l'étape initiale de recirculation, pendant au moins 60 minutes en fonction du degré de colmatage. Après l'étape de trempage, les produits chimiques sont de nouveau **mis en recirculation** pendant 30 minutes à travers les modules, côté extérieur des fibres creuses. Il est possible de réaliser des soufflages à l'air de courte durée pendant les étapes de trempage et de recirculation, afin d'éviter la création de cheminements préférentiels dans le module. Une fois la recirculation terminée, un soufflage à l'air est effectué, puis le module est **vidangé** afin d'évacuer la solution chimique concentrée. Les étapes de **lavage à contre-courant** « haut » et « bas » et de **rinçage direct** sont aussi effectuées afin d'éliminer les particules se trouvant encore à l'extérieur des fibres. Après un **NEP** et avant le début de l'étape d'**exploitation**, il se peut que le filtrat initialement produit soit envoyé vers le système de collecte des rejets afin d'éliminer les produits chimiques résiduels. Les étapes **NEP** décrites ci-dessus concernent un seul nettoyage, réalisé avec une solution acide ou alcaline. Si les deux types de nettoyage (acide et alcalin) sont nécessaires, les étapes **NEP** sont répétées pour chaque solution chimique. [2]

Le nettoyage acide se fait à PH=2, le nettoyage alcalin à PH=12, sur une fréquence d'une fois tous les 1 à 6 mois, il se déclenche par la pression transmembranaire, souvent cette operation ce fait manuellement et elle dure entre 120 à 150 minutes.

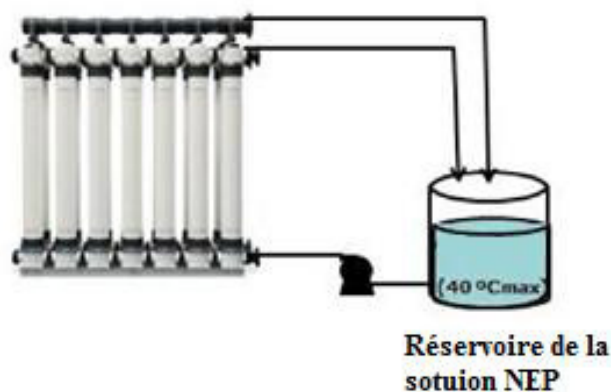
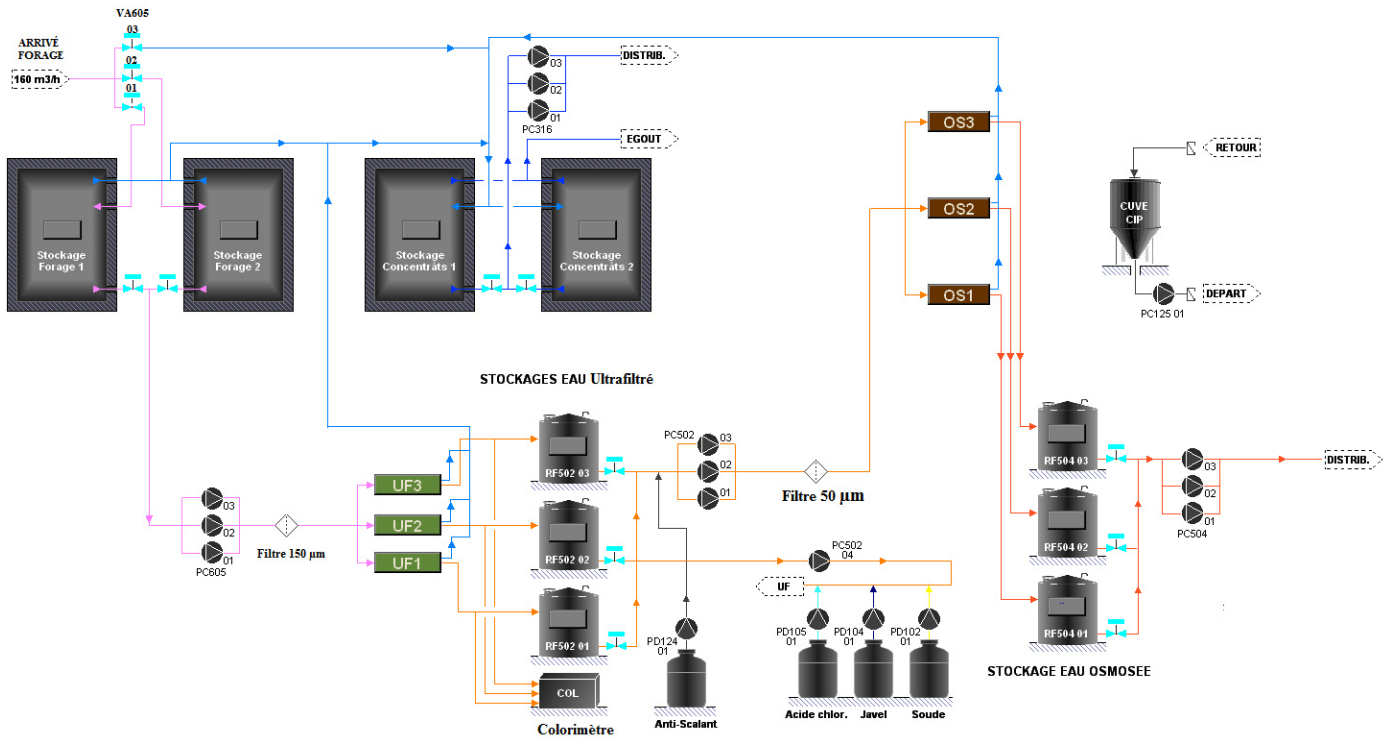


Figure I.12 : Étape de nettoyage en place

## I.7 Fonctionnement de l'installation

Le plan de l'installation est représenté dans la figure ci-dessous, le plan détaillé de l'unité traitement des eaux est annexé.



**Figure I.13 : Plan de l'installation**

Le système fonctionne en mode auto comme suit :

Les deux bâches de stockage d'eau de forage RGC605 01/02 se remplissent par l'arrivée du forage de 160 m<sup>3</sup>/h de débit (tout le temps en marche) sur demande de son niveau moyen (seuil M) qui actionne l'ouverture des deux vannes VA605 01/02 qui débite vers ces deux bâches et la fermeture de la vanne VA605 03 qui débite vers les bâches de stockages du concentrat RGC316 01/02. Lorsque le niveau haut (seuil H) est atteint la vanne VA605 03 s'ouvre et les deux vannes VA605 01/02 se ferment.

Le démarrage de l'unité d'ultrafiltration est enclenché par le capteur de niveau moyen (seuil M) des cuves de stockages d'eau ultrafiltrée et par détection d'ouverture des vannes des cuves. La vanne VA502 04 s'ouvre pour la purge du concentrat et la pompe PC605 01 démarre progressivement selon une rampe correspondant un temps paramétrable jusqu'à atteindre la pression de consigne PT605 02 > (CSG\_PT605 02 – 0,5 bars) qui actionne l'ouverture progressive de la vanne d'entrée VA502 01 de l'unité UF. À la fin de la purge de

démarrage, la vanne VA502 03 s'ouvre, ce qui permet la distribution de perméat, puis la vanne VA502 04 se ferme ce qui implique l'arrêt de la purge et le passage en mode production.

La production s'arrête quant le remplissage des cuves d'eau ultrafiltrée arrive au seuil H qui enclenche l'arrêt de l'UF puis le passage en mode lavage à contre-courant et la fermeture des vannes VA502 01/03, à la fin de ce mode, l'UF reprend la production.

Le traitement se poursuit dans l'unité d'osmose inverse, elle démarre par un signal de commande envoyé par le capteur de niveau dans les cuves d'eau osmosée RF504 01/02/03 au seuil L, la vanne VA504 03 s'ouvre et la pompe PC502 01 démarre progressivement selon une rampe correspondant à un temps paramétrable jusqu'à atteindre la pression de consigne, ce qui permet la purge du perméat à l'égout après l'ouverture de la vanne d'alimentation VA504 01. Une fois la purge de démarrage terminée, un contrôle de conductivité d'eau se fait, si la consigne de bonne conductivité (Val CET504 01 < Seuil H\_CET504 01) est vérifiée, la vanne VA504 04 s'ouvre et VA504 03 se ferme, puis l'osmoseur entre en production.

## **I.8 Les capteurs**

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique).

Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

### **I.8.1 Débitmètre**

Le débitmètre mesure le débit volumique par pression différentielle (DP) sur vapeur, liquide, et gaz dans une large gamme de diamètres de conduite (12.5 à 900 mm).

Il comprend un dispositif qui assure un signal 4-20 mA proportionnel au débit et un signal HART. Ce signal peut être repris dans un calculateur de débit ou un système de contrôle commande. [3]

Les débitmètres utilisés dans l'installation sont: Le débitmètre électromagnétique et le débitmètre magnétique.

## I.8.2 Débitmètre électromagnétique

Le débitmètre électromagnétique est utilisé pour la mesure du débit des liquides, dans les différents domaines tel que: agro-alimentaire, pharmaceutique et industriel. Il sert à mesurer tous les liquides d'une conductivité minimale de 50  $\mu\text{S/cm}$  (acide, base, boisson...etc.).

- FT502 01/21/41 Débit perméat des UF.
- FT502 02/22/42 Débit alimentation des UF.
- FT504 01/31/61 Débit sortie perméat Osmoseur.
- FT504 02/32/62 Débit sortie concentrât Osmoseur.
- FT605 02 Débit entrée eau de forage ligne 160  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- FT502 70 Débit eau ultrafiltrée lavage UF.



Figure I.14 : Débitmètre électromagnétique

## I.8.3 Débitmètre magnétique

Un débitmètre magnétique est un débitmètre qui ne possède pas de pièces mobiles. Il est idéal pour l'utilisation de tout liquide sale qui est conducteur ou à base d'eau, ou les eaux usées. En général, il ne fonctionne pas avec les hydrocarbures, l'eau distillée et de nombreuses solutions non aqueuses. Les débitmètres magnétiques sont également idéaux pour les appareils qui ont besoin d'une chute de pression faible et peu d'entretien.

- CSG PD124 01 Débit pompe doseuse anti-scalant.
- CSG PC316 01/02/03 Débit distribution concentrât osmose.
- CSG PC502 01/02/03 Débit alimentation osmose.
- CSG PC502 04 Débit pompe eau ultrafiltrée lavage UF.
- CSG PC504 01/02/03 Débit distribution eau osmosée.
- CSG PC605 01/02/03 Débit stockage eau de forage.



**Figure I.15 : Débitmètre magnétique**

### **I.8.4 Transmetteur de niveau**

C'est une sonde de niveau qui est utilisée pour la mesure hydrostatique de niveau dans des réservoirs. Lorsqu'on plonge la sonde de niveau dans un liquide, il se forme une colonne de liquide au-dessus de celle-ci. Cette colonne augmente lorsque la profondeur d'immersion augmente et elle exerce avec un poids une pression hydrostatique sur le système de mesure.

- LT316 01/02 Niveau stockage concentrât osmose.
- LT502 01/21/41 Niveau stockage eau ultrafiltrée UF.
- LT504 01/31/61 Niveau stockage eau osmosée.
- LT605 01/02 Niveau de stockage eau de forage.
- LT102 01 Niveau bac soude.
- LT104 01 Niveau bac eau de javel.
- LT105 01 Niveau bac acide chlorhydrique.
- LT125 01/02 Niveau cuve nettoyage **NEP**.



**Figure I.16 : Transmetteur de niveau**

## I.8.5 Les manomètres à glycérine

Les manomètres sont utilisés pour mesurer tous les types de pression de liquide, de gaz, d'air ou de fluides non corrosifs, non visqueux et non cristallisants.



Figure I.17 : Les manomètres à glycérine

## I.8.6 Transmetteur de pression

Les transmetteurs de pression sont employés pour mesurer la pression d'un liquide ou d'un gaz, ils incorporent une jauge de contrainte d'une couche épaisse comme moyen de mesure. La pression est convertie en un signal électrique.

On dispose de plusieurs transmetteurs :

- PT316 01 Pression régulation réseau de distribution concentrât de l'osmose.
- PT502 01/21/41 Pression alimentation UF.
- PT502 02/22/42 Pression perméat UF.
- PT502 44 Pression sortie groupe pompes alimentations osmoseurs.
- PT502 45 Pression régulation sortie filtre groupe pompes alimentations osmoseurs.
- PT502 70 Pression régulation eau ultrafiltrée lavage UF.
- PT504 01/31/61 Pression entrée 2<sup>ème</sup> étage osmoseur.
- PT504 02/32/62 Pression sortie concentrât osmoseur.
- PT504 63 Pression régulation réseau eau osmosée.
- PT605 01 Pression sortie pompe distribution eau de forage.
- PT605 02 Pression régulation sortie filtre distribution eau de forage.
- PT605 04 Pression entrée eau de forage ligne 160 m<sup>3</sup>/h.





**Figure I.18 : Transmetteur de pression**

### **I.8.7 Transmetteur de ph et redox**

L'appareil de mesure ce régle selon la configuration du PH ou le potentiel redox de solutions aqueuses. Les principaux domaines d'application sont les secteurs de l'eau et des eaux usées en général, le convertisseur de mesure possède deux entrées analogiques.



**Figure I.19 : Transmetteur de PH et redox**

### I.8.8 Sonde conductimétrique

Les mesures de conductivité sont réalisées sur les procédés industriels principalement pour connaître la concentration ionique totale des solutions aqueuses. Les applications fréquentes de ces mesures sont la purification d'eau et la mesure de la concentration des liquides.

Le capteur est constitué d'une sonde à deux électrodes et d'une sonde de température, moulées dans une armature, installée sur le procédé ou via un support, d'un câble de raccordement et d'un transmetteur. Ce transmetteur permet la conversion des signaux reçus en résultats de mesure et/ou capable de les transmettre à un système de supervision. Les sondes de conductivité sont conçues pour assurer une sécurité élevée du procédé, être remplacées et installées facilement et rapidement. [3]



**Figure I.20 : Sonde conductimétrique**

### I.8.9 Conductimètre

Un conductimètre est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée, de la pression d'un fluide. L'information rendue peut être électrique, pneumatique, hydraulique, et électronique. Ils sont destinés à ouvrir puis fermer un circuit électrique à des valeurs de pressions déterminées par le réglage.

- CET502 01 conductimètre sortie eau ultrafiltrée.
- CET504 01/31/61 conductimètre sorties eau osmosée.



**Figure I.21 : Conductimètre**

### **I.8.10 Transmetteur de température**

Ce sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en un signal électrique. Ils peuvent agrandir les signaux de température et puis les signaux DC standards.

- TT502 01 température sortie eau ultrafiltrée.



**Figure I.22 : Transmetteur de température**

## **I.9 Pré-actionneurs**

C'est l'interface de puissance d'un système automatisé, situé entre l'interface de sortie de la partie commande et l'actionneur de la partie opérative. Cet élément, souvent électromécanique, peut comporter les diverses protections (surcharges, courts-circuits, sectionnement.) nécessaires à l'actionneur.

### I.9.1 Variateur de vitesse

Un variateur électronique de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie de celui-ci.

Nous avons utilisé le variateur de vitesse Schneider altivar 61



Figure I.23 : Variateur de vitesse

### I.9.2 Distributeur

Dans les systèmes automatisés, le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides

### I.10 Les actionneurs

Dans un système automatique, un actionneur est un organe de la partie opérative qui, sur ordre de la partie commande via le pré-actionneur, convertit l'énergie qui lui est fournie sous une forme utile pour les tâches programmées d'un système automatisé.

#### I.10.1 Pompe de fourrage

Elle est tout le temps en marche. Elle débite 160 m<sup>3</sup>/h dans les deux bâches de stockage sur ouverture des deux électrovannes VA605 01/02 et l'électrovanne VA605 03 est fermée, jusqu'à atteindre le niveau consigné de remplissage, puis elle débite dans l'égout par l'ouverture de l'électrovanne VA605 03 et la fermeture des deux autres.



**Figure I.24 : Pompe de forage**

### **I.10.2 Pompes de relevages PC605 01/02/03**

Elles refoulent l'eau dans les UF avec une pression de 2 bars. Elles démarrent séquentiellement et sont contrôlées automatiquement par le transmetteur de niveau d'eau LT502 01/21/41 dans les cuves de stockages d'eau ultrafiltrée.

Elles s'arrêtent automatiquement en cas de manque d'eau dans les bâches RGC605 01/02.

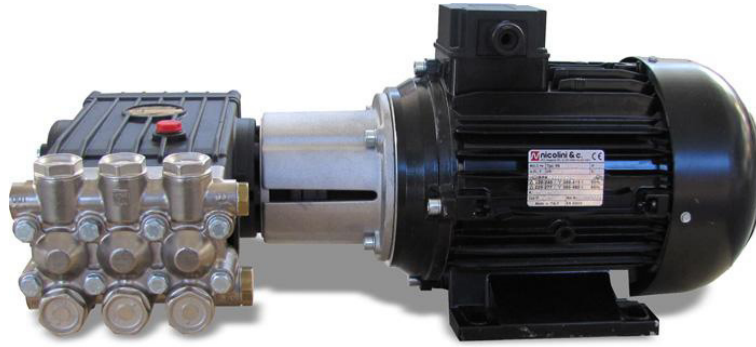


**Figure I.25 : Pompe de relevage**

### **I.10.3 Pompes de haute pression PC502 01/02/03**

Les pompes à haute pression refoulent l'eau avec une pression de 12 **bars** avant d'entrer dans les filtres à 5  $\mu\text{m}$ , et dans les membranes des osmoseurs.

Ces pompes assurent le bon fonctionnement des membranes des osmoseurs.



**Figure I.26 : Pompe de haute pression**

### **I.10.4 Pompes doseuses**

Le dosage des produits chimiques est la fonction première d'une pompe doseuse.

Dans notre installation il y a 4 pompes doseuses, elles sont utilisées comme suit:

- ✓ PD102 01 pompe injection soude UF.
- ✓ PD104 01 pompe injection javel UF.
- ✓ PD105 01 pompe injection HCl UF.
- ✓ PD124 01 pompe injection anti-scalant à l'eau ultrafiltrée.



**Figure I.27 : Pompe doseuse**

### **I.10.5 Pompes de distributions**

Les pompes hydrophores de distribution:

- ✓ PC504 01/02/03 pompes de distributions d'eau osmosée vers les lignes de productions de boissons divers.
- ✓ PC316 01/02/03 pompes de distribution du concentrât vers les bouches à incendie, sanitaires.



**Figure I.28 : Pompe de distribution**

### **I.10.6 Pompes de nettoyages**

On dispose de deux pompes de nettoyages dans l'installation :

- ✓ PC125 01 pompe de nettoyage **NEP** des UF et osmoseur.
- ✓ PC502 04 pompe eau ultrafiltrée pour le contre lavage de l'UF.



**Figure I.29 : Pompe de nettoyage**

### **I.10.7 Electrovanes**

Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit. C'est un actionneur électromagnétique appelé souvent **bobine ou solénoïde**.

L'électrovanne est constituée principalement d'un corps d'une vanne où circule le fluide et d'une bobine alimentée électriquement qui fournit une force magnétique déplaçant le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage permettant ainsi ou non le passage du fluide. La bobine doit être alimentée d'une manière continue pour maintenir le noyau attiré. Les électrovannes utilisées sont:

- ✓ VA502 01/21/41 vannes d'admissions UF.
- ✓ VA502 02/22/42 vannes contre lavage bas UF.
- ✓ VA502 04/24/44 vannes de contre lavage haut et de purge du concentrât UF.
- ✓ VA502 05/25/45 vannes brasage d'air UF.
- ✓ VA502 06/26/46 vannes contre lavage UF.
- ✓ VA 502 50/51/52 vannes d'analyse du chlore (colorimètre) UF.
- ✓ VA504 01/31/61 vannes d'alimentation osmoseur.



**Figure I.30 : Électrovanne**

### **I.10.8 Vannes manuelles**

Leur commande est effectuée manuellement, et on distingue deux types:

-Avec bras (vanne tout ou rien)

-Avec robinet.

- VM316 03/04 Vannes stockages concentrât.
- VM502 12/32/52 Vannes stockages eau ultrafiltrée.
- VM504 23/53/83 Vannes stockages eau osmosée.
- VM605 07/08 Vannes stockages eau de forage.





**Figure I.31 : Vanne manuelle**

### **I.10.9 Vannes pneumatiques tout ou rien (TOR)**

Ces vannes sont utilisées pour contrôler le débit des fluides en tout ou rien. Elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 et 1 (ou 0 et 100%), c'est-à-dire ouverte ou fermée.

Les vannes tout ou rien sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie ou la pression de la régulation n'est pas importante.

- ✓ VA504 02/32/62 vannes concentrât à l'égout (osmoseur).
- ✓ VA504 03/33/63 vannes perméat à l'égout (osmoseur).
- ✓ VA504 04/34/64 vannes perméat vers stockage (osmoseur).
- ✓ VA605 01/02 vannes entré du stockage d'eau de forage.
- ✓ VA605 03 vanne de renvoi d'eau de forage à l'égout.
- ✓ VA502 03/23/43 vannes de production perméat UF.



**Figure I.32 : Vanne pneumatique (TOR)**

## **I.11 Identification des équipements de la station**

La station comporte un ensemble d'équipements nous citons:

- ✓ clapet anti-retour
- ✓ mélangeur statique
- ✓ conduites
- ✓ cuves de stockages

### **I.11.1 Clapet anti-retour**

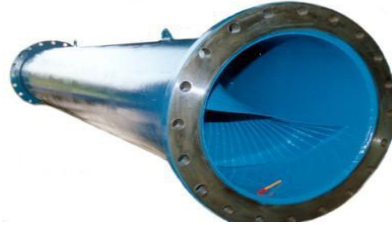
Le clapet anti-retour double piloté pour montage en ligne assure un blocage étanche bidirectionnel d'un circuit hydraulique. Ce clapet anti-retour hydraulique tout ou rien peut suffire lorsque la charge n'est pas menante.



**Figure I.33 : Clapet anti-retour**

### I.11.2 Le mélangeur statique

Le mélangeur statique est conçu pour assurer les mélanges des liquides dans le traitement des eaux, des industries chimiques et agro-alimentaires. Il est utilisé dans les processus en continu, et assure des mélanges rapides et particulièrement efficaces entre les fluides, assure ainsi une solution homogène à la sortie.



**Figure I.34 : Mélangeur statique**

### I.11.3 Conduites

Les conduites hydrauliques sont de formes, dimensions et fonctions variées. Ces conduites peuvent être des tubes fermés ou des chenaux ou des successions divers, et acheminer les liquides sur toutes les échelles de distance.

### I.11.4 Cuves de stockages

Les cuves sont des récipients destinés à la fabrication et au stockage de produits liquides. Elles peuvent être de forme cylindrique ou parallélépipédique. Elles comportent des ouvertures destinées au remplissage, à la vidange, au nettoyage et à la mise en place d'opérations de fabrication.

On dispose dans l'installation de :

- 11 cuves de stockages cylindriques de 60 m<sup>3</sup> chacune
- 2 cuves de stockages parallélépipédique de 309 m<sup>3</sup> chacune
- 2 cuves de stockages parallélépipédique de 185 m<sup>3</sup> chacune



**Figure I.35 : Cuve de stockage**

## **Conclusion**

L'étude détaillée du système existant et l'identification du matériel mis en place, conduit à la compréhension de ses spécifications fonctionnelles et technologiques, ce qui constitue l'étape initiale dans la supervision de l'installation.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons les différents outils que nous utiliserons pour réaliser notre projet. Ce sont les suivants : l'automate programmable industriel (API), le KEPServerEX, le logiciel de supervision Scada InTouch, et le SQL server

## **Chapitre 2**

### *Outils utilisés*

## Introduction

L'automatisation industrielle est l'art d'utiliser les machines afin de réduire la charge de travail du travailleur tout en gardant la productivité et la qualité.

Elle fait appel à des systèmes électroniques et divers logiciels qui englobent toute la hiérarchie de contrôle-commande depuis les capteurs de mesure, en passant par les automates, le bus de communication, la visualisation, l'archivage jusqu'à la gestion de production et des ressources de l'entreprise.

Dans ce chapitre, nous définirons les différentes parties en relation avec la sauvegarde de données, en commençant par l'API qui est l'organe de commande, puis le KEPServerEX qui est l'outil de connexion entre l'API et le logiciel de supervision Scada InTouch, ainsi que ce dernier qui nous servira à la collecte des données, qui ensuite les communiquera à la base de données SQL, et les exploitera à travers des requêtes dans SQL server.

La figure ci-dessous représente à travers un schéma, les liaisons établies et le chemin de l'information depuis l'API jusqu'à la base de données.

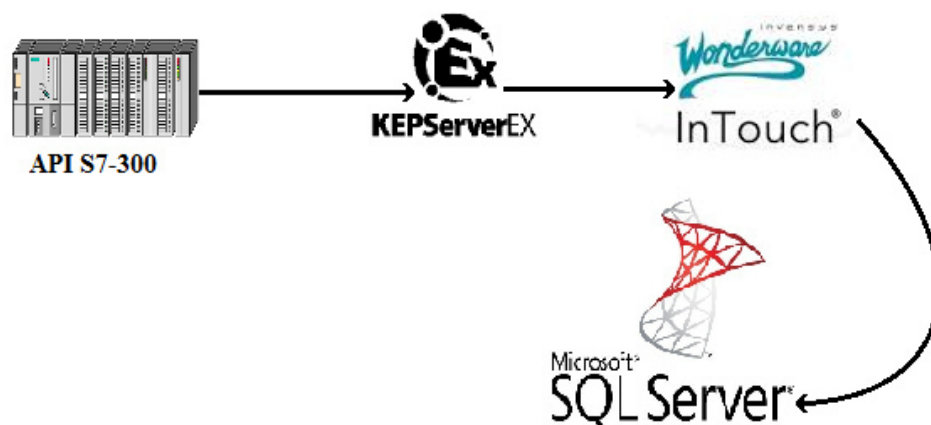


Figure II.1 : Schéma des liaisons

## II.1 Les Automates Programmables Industriels

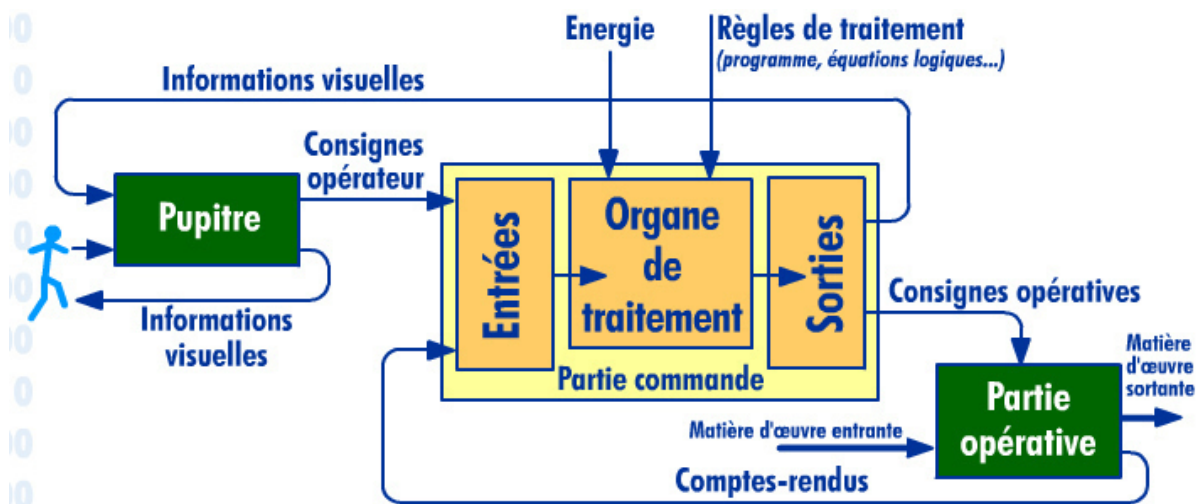
### II.1.1 Définition

Un Automate Programmable Industriel (API), est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel.

Cette commande se fait par envoi des ordres vers les pré-actionneurs (Partie Opérative) à partir de : données d'entrées (Partie Commande), de consignes, et d'un programme informatique.

Il est programmé à partir des langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme, facilitant son exploitation et sa mise en œuvre.

### II.1.2 Structure d'un API



**Figure II.2 : Structure interne d'un automate programmable industriel**

L'API est structuré autour d'une unité de calcul ou processeur, d'une alimentation par des sources de tension alternative (AC) ou continue (DC), et de modules dépendant des besoins de l'application.

Les APIs se caractérisent par rapport aux ordinateurs

- ✓ Par leur robustesse : conçus pour pouvoir travailler en milieu hostile, ils utilisent des circuits durcis et sont prévus pour résister aux vibrations, aux températures des ateliers, etc.
- ✓ Par leur réactivité aux indications fournies par les capteurs (dispositifs anticollision, alarmes diverses).
- ✓ Par leur facilité de maintenance, les modules peuvent être changés très facilement et le redémarrage des API est très rapide.

### II.1.3 Principe de fonctionnement

Le traitement s'effectue en quatre phases

- Phase 1: Gestion du système : autocontrôle de l'automate.
- Phase 2: Acquisition des entrées : prise en compte des informations du module d'entrées et écriture de leurs valeurs dans la RAM.
- Phase 3: Traitement des données : lecture du programme (situé dans la RAM programme) par l'unité de traitement, lecture des variables, traitement et écriture des variables dans la RAM.
- Phase 4: Affectation des sorties : lecture des variables de sorties dans la RAM et transfert vers le module de sortie. [4]



Figure II.3 : Principe de fonctionnement d'un automate

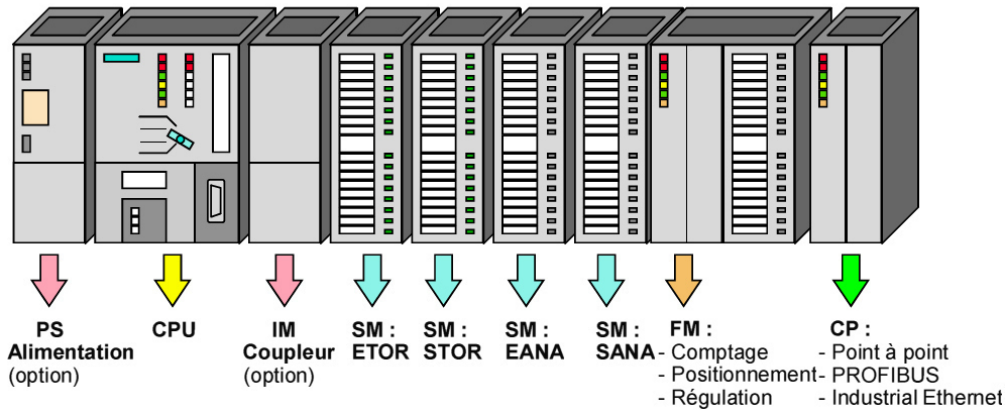
## II.2 Le SIMATIC S7-300

### II.2.1 Définition

C'est un logiciel de commande modulaire pour des applications haut de gamme. Conçu pour des solutions dédiées au système manufacturier et constitue à ce titre une plate-forme d'automatisation universelle pour les applications avec des architectures centralisées et décentralisées. Il est caractérisé par sa puissance, sa rapidité.

Il est représenté par la figure suivante :





**Figure II.4 : Le module S7-300**

### II.2.2 Composants d'un S7-300

L'automate S7-300 se compose d'un module d'alimentation, d'une unité centrale et d'autres modules d'extensions et communication.

- **Module d'alimentation (PS)** (Power Supply)

Il transforme la tension alternative du réseau en tension de service DC 24V, et assure l'alimentation du S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charges DC 24V. [5]

- **Unité centrale (CPU)** (central processing unit)

Elle exécute le programme utilisateur, alimente le bus de fond de panier du S7-300 en 5V, et communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI.

Plusieurs CPU sont disponibles pour couvrir diverses gammes de performances, certaines d'entre elles sont avec des entrées et sorties intégrées et les fonctions appropriées, et d'autre sont à interface PROFIBUS-DP intégrée. [5]

- **Modules de signaux (SM)** (Signal Module)

Ils adaptent les différents niveaux de signaux de processus au S7-300.

- **Module tout ou rien(TOR)**

Adaptent les différents niveaux de signaux de processus en niveau de signal interne de l'automate.

Module ETOR: 24VDC, 120/230VA

Module SROR: 24VDC, relais.

- **Module analogique**

Il convertit les signaux analogiques issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne. [5]
- **Processeur de communication (CP)**

Il soulage la CPU des tâches de communication, ainsi que l'évolution en réseau et la liaison point à point.
- **Coupleur IM** (interface module)

Il relie les différentes rangées d'un S7-300 entre elles.
  
- **Modules de fonction (FM)** (Function Module)

Ils réalisent les tâches de traitement des signaux de processus critiques au niveau du temps et exigent beaucoup de mémoire. Par exemple le positionnement, le comptage rapide ou le réglage. [5]

### II.2.3 Interfaces

L'API S7-300 dispose de diverses interfaces de communication.

#### II.2.3.1 Interface multipoint (MPI)

L'interface multipoint (MPI) est l'interface de la CPU avec un PG/OP ou pour la communication dans un sous-réseau MPI.

La CPU envoie automatiquement à l'interface MPI ses paramètres de bus réglés (par exemple, la vitesse de transmission). Ainsi, une console de programmation peut, par exemple, apporter les bons paramètres et être automatiquement raccordé à un sous-réseau MPI. [6]

#### II.2.3.2 L'interface PROFIBUS-DP

L'interface PROFIBUS-DP sert principalement à raccorder la périphérie décentralisée, et nous permet par exemple, de monter de vastes sous-réseaux.

L'interface PROFIBUS-DP peut être configurée en tant que maître ou esclave. [6]

#### II.2.3.3 L'interface PROFINET

PROFINet est le nouveau standard de communication créé par PROFIBUS International pour mettre en œuvre des solutions d'automatisation intégrées et cohérentes, sur

Ethernet industriel. En effet, PROFINet sait fédérer sur Ethernet aussi bien des appareils de terrain simples et des applications à temps critique, que des automatismes répartis à base de composants.

Avec PROFINET IO, on passe d'une communication classique par bus de terrain à la Fast Ethernet Technologie comme moyen physique de transmission. Ce système supporte tant la communication par données-process en temps réel que la communication ouverte via Ethernet TCP/IP. Il comprend trois classes de communications dont les caractéristiques distinctives sont la performance et les fonctionnalités. [6]

### II.2.3.3 .1 Les classes de communications

#### 1. TCP/IP

Cette communication ouverte sans nécessité de communication en temps réel (ex: technologie internet).

#### 2. RT (Real Time)

Transfert de données IO entre automates en temps réel.

#### 3. IRT (Isochronous Real Time)

Communication isochore en temps réel pour l'échange synchronisé de données IO. [6]

La programmation des CPU est effectuée à l'aide d'un logiciel STEP7 ou STEP7-Mini. Ou TIA 11 ou 12 ou 13

## II.3 Présentation de KEPServerEx

KEPServerEx est une application Windows 32 bits qui fournit un moyen de transmettre des données et des informations à partir d'une large gamme de périphériques et systèmes industriels en applications clientes sur PC Windows.

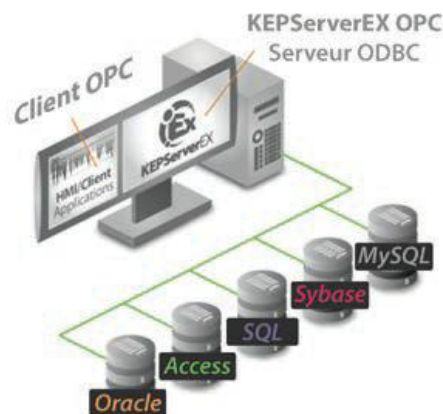


Figure II.5 : Différentes communication d KEPServerEX

### II.3.1 Advanced Tags

L'option Advanced Tag pour KEPServerEX offre une solution idéale de création de nouvelles données d'analyse des variables au niveau du serveur OPC (moyennes, min/max, durées d'utilisation, contrôle des seuils de déclenchement d'acquisition...).

Il permet également de lier des variables du serveur KEPServerEX afin de permettre l'échange de données entre équipements. [7]

### II.3.2 OPC AE

Le plug-in OPC AE de KEPServerEX permet de réduire les coûts et d'augmenter les performances. Les logiciels client OPC AE peuvent se connecter à KEPServerEX pour recevoir et consulter les alarmes du process, les actions des opérateurs, les messages d'informations ou d'évènements directement émis à partir de l'option OPC AE. Ainsi, les responsables de production pourront surveiller des zones sensibles et être attentifs aux informations vitales de leurs installations (durée de vie des équipements, détection d'évènements, situations anormales, suivi de maintenance des équipements...) et les historiser dans une optique de traçabilité optimale. [7]

En résumé, il déclare les Alarmes au niveau du serveur OPC.

### II.3.3 Oracle Connector

Plug-in dédié à interfacier les données OPC aux systèmes Oracle MES (Manufacturing Execution System) et MOC (Manufacturing Operation Center).

La fonctionnalité d'interface compatible ORACLE se connecte à 1 000 périphériques et permet la communication avec plus de 250 protocoles industriels. KEPServerEX présente une interface simple et cohérente qui permet de maximiser la connectivité avec les équipements. [7]

### II.3.4 SNMP Agent

L'option SNMP Agent de KEPServerEX permet de créer un point d'accès SNMP afin de réaliser un mapping entre les variables des équipements industriels connectés aux serveurs OPC et une table d'échange SNMP. SNMP Agent dispose ainsi d'une interface de configuration permettant de définir les items (OID) et leurs caractéristiques, mais aussi les traps SNMP associés (type de Traps et seuil de déclenchement) et permet également de générer un fichier MIB issu de la configuration réalisée.

SNMP Agent donne accès à la surveillance des équipements industriels à l'équipe IT (Service de gestion informatique, et d'administration réseaux). [7]

### II.3.5 EFM Exporter

Il permet la récupération de données dans différents équipements du terrain (indicateurs, débitmètres, totalisateurs...) pour les mettre en forme sous différents formats («Flow-Cal», PGAS, ODBC, .CSV) exploitables par les systèmes d'analyse spécifiques à ce domaine.

Plug-in EFM Exporter (Electronic Flow Measurement) est destiné aux applications de pétrochimie (gaz et fluides). [7]

### II.3.6 Security Policies

Le plugin de sécurité de KEPServerEX donne la possibilité aux administrateurs informatiques, d'assigner des droits d'accès sur des éléments individuels de la configuration (accès aux «Channels», «Devices» et «Tags»). Ces droits individuels définissent une liste d'actions possibles du client OPC sur le serveur (Auto-génération de la liste des tags, ajout de tags dynamiques, accès aux données en lecture/écriture, déclaration de groupes de sécurité et d'utilisateurs...). [7]

En résumé, il gère les droits d'accès aux données.

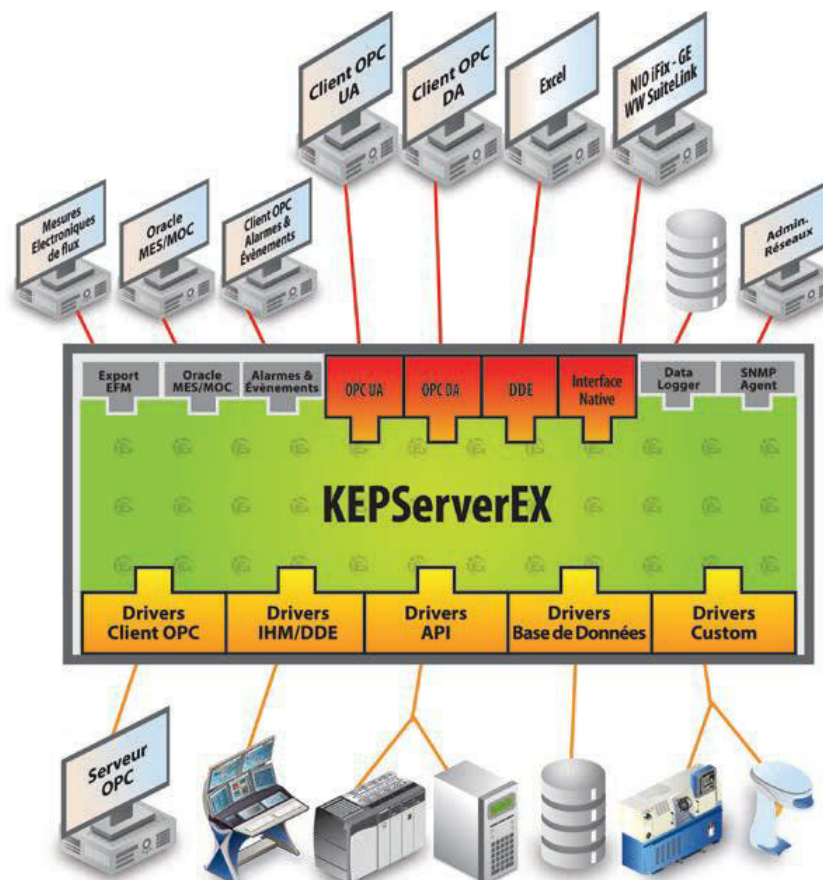


Figure II.6 : Les plug-ins de KEPServerEx

## **II.4 Les logiciels de supervision**

Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés au contrôle de processus et à la collecte d'informations en temps réel depuis des sites distants (ateliers, usines), en vue de maîtriser un équipement (machine, partie opérative).

### **II.4.1 Supervision dans un environnement SCADA**

Le système SCADA fonctionne par l'acquisition de données provenant de l'installation. Ces dernières sont affichées sur une interface graphique sous un langage très proche du langage humain. Les opérations sont exécutées en temps réel, ainsi les systèmes SCADA donnent aux opérateurs le maximum d'information pour une meilleure décision. Il permet un très haut niveau de sécurité, pour le personnel et pour l'installation et permet aussi la réduction des coûts des opérations.

### **II.4.2 Définition du système SCADA**

SCADA est un acronyme qui signifie le contrôle et la supervision par acquisition de données (en anglais: Supevisory Control And Data Acquisition). L'environnement SCADA collecte des données de divers appareils d'une quelconque installation, puis transmet ces données à un ordinateur central, que ce soit proche ou éloigné, qui contrôle et supervise l'installation. Ce dernier est subordonné par d'autres postes d'opérateurs.

### **II.4.3 Sous-systèmes du SCADA**

Un dispositif SCADA, utilisé comme un outil de sécurité de consignation d'appareil électrique, est généralement composé des sous-systèmes suivants :

✓ **Une Interface Homme-Machine (IHM)**

Qui présente les données à un opérateur humain et qui lui permet de superviser et commander les processus.

✓ **Un système de supervision et contrôle informatique**

Faisant l'acquisition des données des processus et envoyant des commandes (consignes) aux processus.

✓ **Une unité terminale distante (RTU)**

Reliant les capteurs convertissant les signaux en flux de données numériques et envoyant les données numériques au système de supervision.

✓ **Des Automates Programmables Industriels (API)**

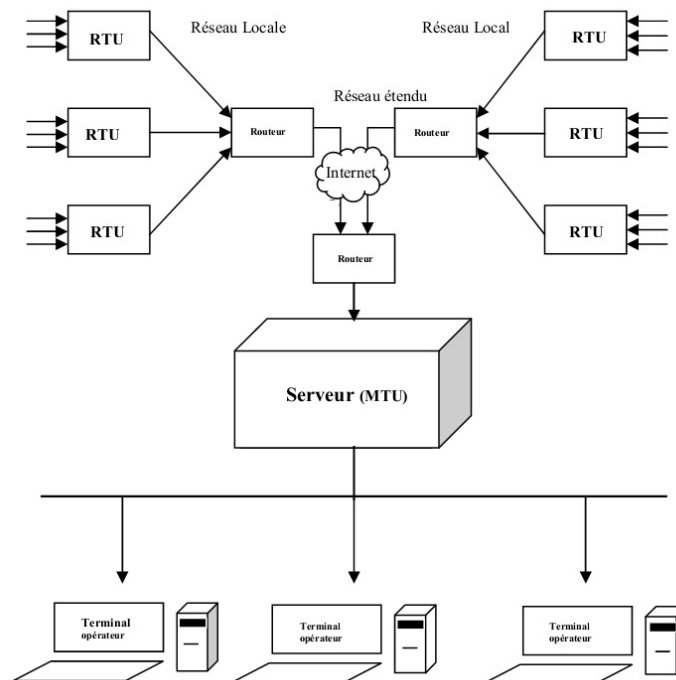
Utilisés sur le terrain pour leur versatilité et flexibilité due à leur capacité d'être configurables.

✓ **Une infrastructure de communication**

Reliant le système de supervision et contrôle aux éléments terminaux et divers instruments d'analyse. [8]

#### II.4.4 Architecture du système SCADA

SCADA entoure un transfert de données entre le Serveur (MTU, Master Terminal Units) et une ou plusieurs unités terminales distantes (Remote Terminal Units RTUs), et entre le Serveur et les terminaux des opérateurs, la figure ci-dessous représente un schéma sur l'architecture d'un réseau SCADA qui utilise des routeurs pour joindre le poste de pilotage par le billet de l'Internet. [8]



**Figure II.7 : Architecture d'un système SCADA**

### **II.4.5 Fonctionnement du système SCADA**

Les éléments hardware assurent la collecte des informations qui sont à disposition du calculateur sur lequel est implanté le logiciel de supervision. Le calculateur traite ces données et en donne une représentation graphique réactualisée périodiquement. Le système SCADA enregistre les événements dans des fichiers ou envoie vers une imprimante, mail..., ainsi le système surveille les conditions de fonctionnement anormal et génère des alarmes.

### **II.4.6 Avantage du système SCADA**

Parmi les avantages du SCADA, on retrouve :

- Le suivi de près du système ; voire l'état du fonctionnement du procédé dans des écrans même s'il se situe dans une zone lointaine.
- Le contrôle et l'assurance que toutes les performances désirées sont atteintes ; de visualiser les performances désirées du système à chaque instant, et s'il y aurait une perte de performance, une alarme se déclencherait d'une manière automatique pour prévenir l'opérateur.
- L'action d'une alarme lorsque une faute se produit et visualise même la position où se situe la faute et l'élément défectueux, ce qui facilite la tâche du diagnostique et de l'intervention de l'opérateur.
- Donne plusieurs informations sur le système ainsi aide l'opérateur à prendre la bonne décision, et ne pas se tromper dans son intervention.
- Diminue les tâches du personnel en les regroupant dans une salle de commande.
- Élimination ou réduction du nombre de visites aux sites éloignés. Avec une interface graphique, on peut suivre l'état de l'installation à chaque instant, ainsi on n'aura pas besoin de faire des visites de contrôle.

### **II.4.7 Interfaces graphiques du système SCADA**

Les interfaces graphiques sont un outil très important pour le bon déroulement de la procédure d'aide à la décision, elles sont le seul point d'interaction entre l'opérateur et les algorithmes d'aide à la décision, ainsi, elles aident l'opérateur dans sa tâche d'interprétation et de prise de décision, en lui offrant une très bonne visibilité sur l'état et l'évolution de l'installation, avec l'affichage en différentes couleurs des résidus, des alarmes et des propositions sur l'action à entreprendre.



## II.4.8 Logiciel InTouch

### II.4.8.1 Introduction au logiciel InTouch

C'est le logiciel le plus simple et le plus rapide de la génération d'applications IHM (interfaces-homme-machines). Ses interfaces de conception exploitent largement les moyens de navigation utilisés par les logiciels Microsoft. Les applications InTouch couvrent à l'échelle mondiale une multitude de marchés, tel que les industries alimentaire, pharmaceutique et pétrolière, les industries de l'automobile, du papier, des transports et des services.

Au fil des années, InTouch a su conserver cette légendaire simplicité d'utilisation tout en intégrant les nouvelles technologies (Contrôles, NET, OPC, Terminal Service...) et en proposant des fonctionnalités de plus en plus évoluées (base de données structurée et distribuée, alarmes et historiques distribués, développement centralisé, conception graphique).

InTouch est composé de trois programmes principaux: le Gestionnaire d'applications InTouch, WindowMaker et WindowViewer.

Le Gestionnaire d'applications InTouch organise les applications qui sont créées. Les utilitaires de base de données DBDump et DBLoad sont en outre lancés à partir de ce gestionnaire.

### II.4.8.2 Points forts du logiciels InTouch

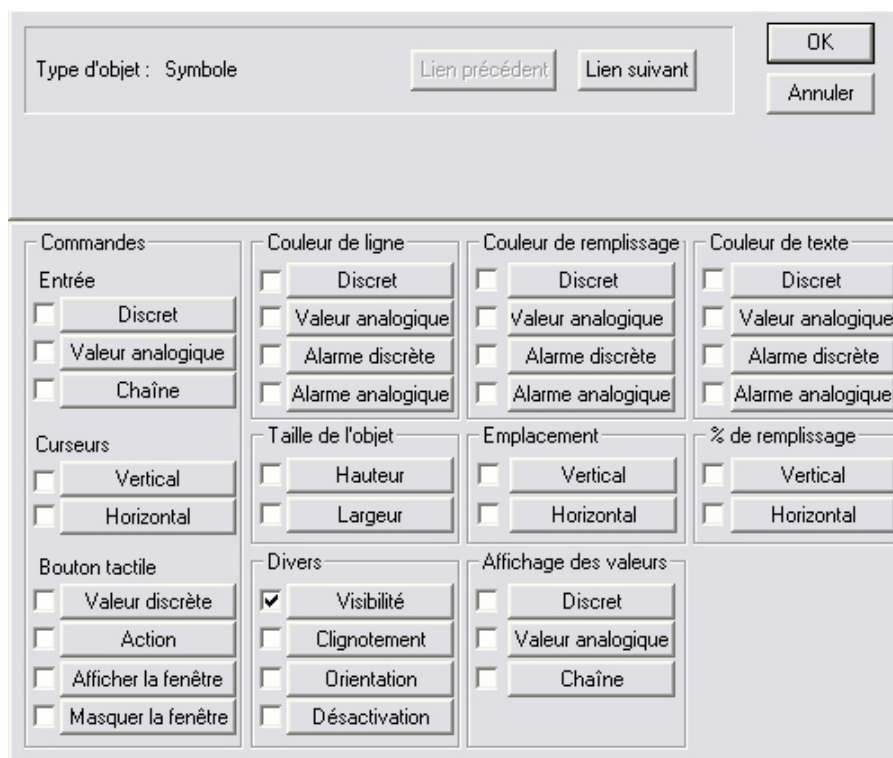
- ❖ Plateforme de développement unifiée intégrant un puissant éditeur graphique vectoriel.
- ❖ Convivialité, simplicité d'utilisation et rapidité de mise en œuvre.
- ❖ Bibliothèque de +500 composants graphiques industriels et tertiaires prêts à l'emploi.
- ❖ Scripts de traitement directement intégrés aux symboles graphiques.
- ❖ Modification du comportement visuel des symboles graphiques sur défaut de communication.
- ❖ Audit trail (suivi) des modifications et numéro de version intégrés aux objets graphiques.
- ❖ Adaptation à tout type d'application (monoposte, panel opérateur, application en réseau...) et toute taille d'application.

- ❖ Intégration native aux composants de la plateforme du système Wonderware.
- ❖ Système d'alarmes et d'historiques distribués.
- ❖ Conception graphique objets (modèle-instances).

### II.4.8.3 Principe de gestion des animations

InTouch propose au concepteur plusieurs modes d'animation prédéfinies comme le montre la figure ci-dessous. Chaque dessin ou texte créé dans l'application peut être sujet à une ou plusieurs animations visualisées dans la fenêtre ci dessous.

Les animations sont gérées par des équations analogiques ou logiques. Ces équations sont formées par des variables comme celle citée au-dessus. Les résultats se traduisent par des changements de couleur, de forme ou de représentations différentes. [9]



**Figure II.8 : Les animations InTouch**

Tous les éléments peuvent changer de couleur en fonction de leurs attributs. Par exemple, s'il y'a un défaut sur l'élément, il passe en couleur rouge, ou si l'élément fait partie d'un circuit, il prend la couleur du circuit. Tous les équipements peuvent, lorsque l'on clique dessus, générer une action comme ouvrir une fenêtre de contrôle ou lancer une fonction.

Chaque élément est structuré pour avoir des sous-variables avec des noms similaires.

Ces variables permettent une simplification du programme lors d'un traitement par lot ou boucle. Ainsi tous les équipements ont une variable entière : «MotEtat» et les bits 9, 10, et 11 du MotEtat signifie toujours la même chose : 9 = éléments utilisé, 10 = consigner, et 11 = réserver. De la même façon la variable entière «UtilCir» correspond à la couleur de l'élément.

## **II.5 Définition d'une base de données**

Une base de données (Database) est une collection de données structurées sur des entités (objets, individus) et des relations dans un contexte applicatif particulier.

Une base de données est un ensemble structuré et cohérent de données enregistrées avec le minimum de redondance afin de pouvoir satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de manière sélective et dans un temps opportun.

## **II.6 Système de Gestion de Bases de Données (SGBD)**

### **II.6.1 Définition**

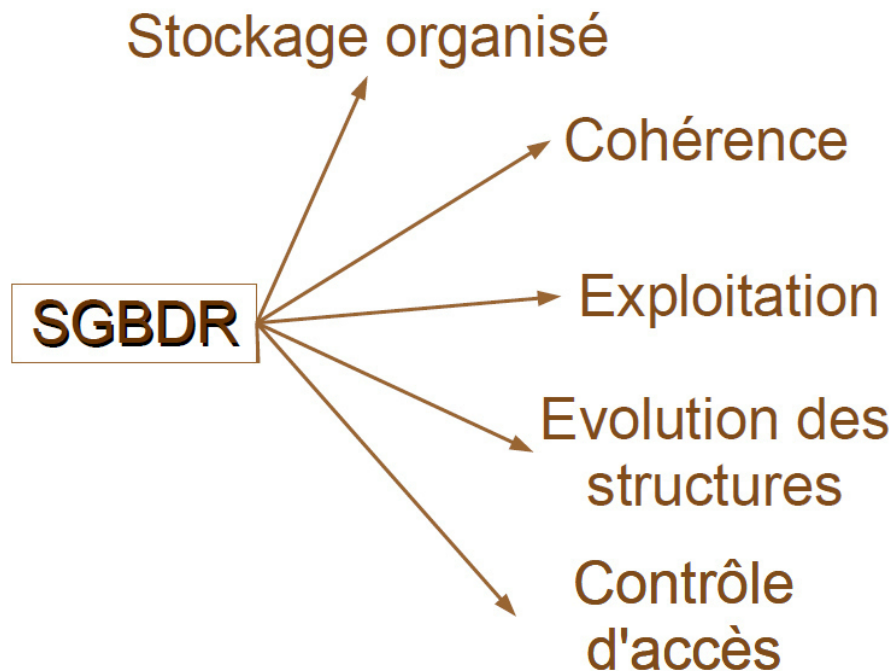
Un Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) est un logiciel de haut niveau qui permet de manipuler les informations stockées dans une base de données, la complexité d'un SGBD est essentiellement issue de la diversité des techniques mises en œuvre, de la multiplicité des composants intervenant dans son architecture, et des différents types d'utilisateurs (administrateurs, programmeurs, ...) qui sont confrontés, à différents niveaux, au système.

### **II.6.2 Rôle d'un SGBD**

Un SGBD doit permettre:

- La représentation abstraite des données, indépendamment de leurs organisations physiques.
- La manipulation des données : recherche, sélection, et modification.
- La description, l'organisation, et la gestion des données sur les mémoires secondaires.

En résumé, un SGBD est destiné à gérer un gros volume d'informations, persistantes (années) et fiables (protection sur pannes), partageables entre plusieurs utilisateurs et/ou programmes et manipulées indépendamment de leur représentation physique. [10]



**Figure II.9 : Rôle d'un SGBD**

### II.6.3 Quelques SGBD connus et utilisés

PostgreSQL; MySQL; Oracle; IBM DB2; SQL Server; Sybase; Informix.

## II.7 SQL Server

### II.7.1 Définition

SQL Server est un système de gestion de base de données relationnelles (SGBDR) qui:

- ✓ Gère le stockage des données pour les transactions et l'analyse.
- ✓ Répond aux requêtes des applications clientes.

On peut aussi l'utiliser pour traiter des transactions, stocker et analyser des données, et développer de nouvelles applications.

SQL Server est une suite de produits et de technologies qui répondent aux exigences de stockage des données des environnements OLTP et OLAP, et il autorise un grand nombre d'utilisateurs à effectuer des transactions et à changer simultanément les données en temps réel dans les bases de données OLTP.

### II.7.2 Version utilisée

SQL Server 2008 est un système de gestion de bases de données relationnelles. Cette version de SQL Server intègre des fonctionnalités et des améliorations qui augmentent la puissance et la productivité des développeurs et des administrateurs qui conçoivent, développent et maintiennent des systèmes de stockage de données (Améliorations de la sécurité, Améliorations de la disponibilité).

### II.7.3 Types d'applications

#### A. OLTP (On-Line transactional processing)

-Moteur SQL Server- est un service central qui permet de stocker, traiter et sécuriser les données.

Les données d'une base de données OLTP sont généralement organisées en tables relationnelles afin de réduire les informations redondantes et d'accroître la vitesse des mises à jour. [11]

#### B. OLAP (On-Line Analytical Processing)

-Moteur Analysis Services- a pour but d'organiser les données à analyser par domaine/thème et d'en ressortir des résultats pertinents pour le décideur. [11]

### II.7.4 Différents Services du SQL Server



Figure II.10 : Services du SQL Server 2008

**A. Moteur de base de données (OLTP)**

Permet de stocker, traiter et sécuriser les données.

**B. Analysis Services (SSAS)**

Analysis Services permet de créer et gérer des structures multidimensionnelles qui contiennent des données agrégées à partir d'autres sources de données, telles que des bases de données relationnelles.

**C. Intégration Services (SSIS)**

Intégration Services est une plateforme permettant de créer des solutions d'intégration des données qui autorisent les processus d'extraction, de transformation et de chargement (ETL) pour le Data Warehouse.

**D. Reporting Services (SSRS)**

Reporting Services fournit des fonctionnalités Web de création de rapports d'entreprise.

**E. Master Data services (MDS)**

C'est la solution SQL Server de gestion des données de référence. MDS peut être configuré pour gérer tout domaine (produits, clients, comptes) et inclut des hiérarchies, une sécurité granulaire, des transactions, le contrôle de version de données et les règles d'entreprise, ainsi que complément pour Microsoft Excel, pouvant être utilisé pour gérer les données.

**F. R Service (Dans la base de données)**

Prend en charge les solutions R évolutives et distribuées sur plusieurs plateformes et avec plusieurs sources de données de l'entreprise.

**G. Notification Services (SSNS)**

Permet de développer des applications qui vont être capables d'envoyer des informations mises à jour aux abonnés de ce service. Par l'intermédiaire de cette technologie, il est ainsi possible de prévenir une application cliente que le serveur héberge des données nouvellement mises à jour. [11]

**II.7.5 Liste des bases de données utilisées par SQL Server****❖ MSDB**

La base de données MSDB est utilisée par l'Agent SQL Server pour planifier des alertes et des travaux, ainsi que par d'autres fonctionnalités telles que Service Broker la messagerie de base de données. [11]

**❖ MASTER**

La base de données MASTER contient l'intégralité des informations système relative à un système SQL Server. [11]

**❖ MODEL**

La base de données MODEL fait office de modèle pour toutes les bases de données créées sur une instance SQL Server. [11]

**❖ TEMPDB**

La base de données système TEMPDB est une ressource globale disponible pour tous les utilisateurs connectés à l'instance de SQL Server. [11]

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté l'automate programmable utilisé au sein de l'installation, et les différents logiciels exploités pour la supervision, la communication, et la sauvegarde de données.

La communication entre le S7-300 et le logiciel de supervision InTouch est assurée par le KEPServerEx par l'interface PROFINET via Ethernet TCP/IP, puis la sauvegarde de données qui se fait en langage SQL par le système de gestion de base de données SQL Server qui collecte les données depuis le logiciel InTouch.

Dans le chapitre suivant, nous allons détailler comment créer les différentes liaisons entre ces outils, ainsi que des exemples sur la sauvegarde et l'exploitation des données stockées.

## **Chapitre 3**

### *Sauvegarde et exploitation des données*



## Introduction

Dans ce chapitre, nous allons détailler comment procéder pour créer une liaison entre l'automate siemens S7-300 avec le logiciel de supervision InTouch, ainsi que la communication de ce dernier avec une base de données SQL pour la sauvegarde.

Ces liaisons permettent le transfert de données (Pressions, Niveaux,...) depuis l'installation vers la base de données. Elles servent aussi à suivre et superviser l'installation pour détecter diverses anomalies dans le fonctionnement.

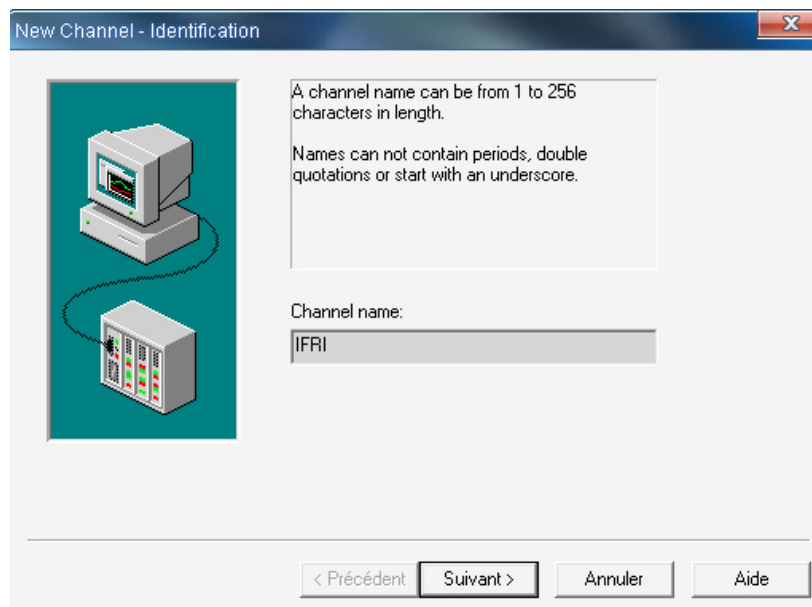
### I.1 Liaison automate S7-300 avec InTouch

Cette liaison se fait via PROFINet par l'intermédiaire d'une application Kepware KEPServerEx

#### I.1.1 Automate S7-300 vers KEPServerEx

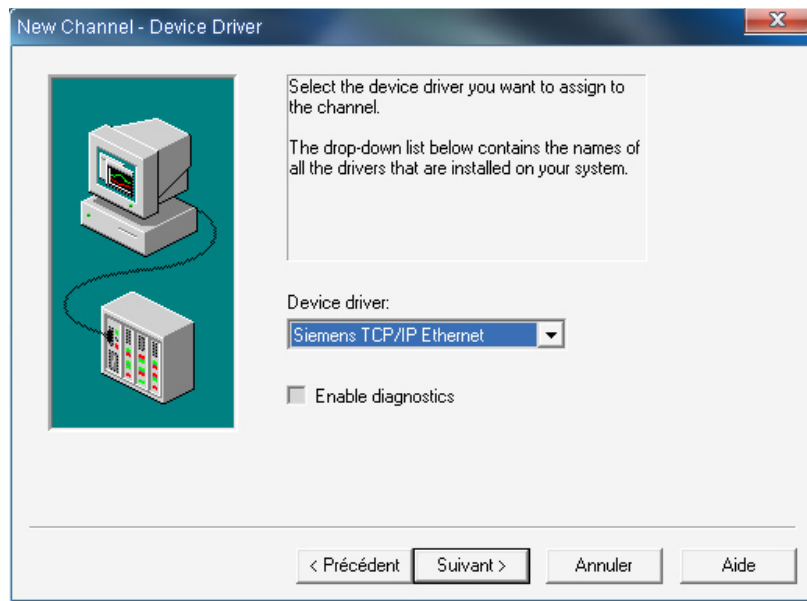
Pour créer cette liaison, on lance l'application KEPServerEx, on clique sur l'icone "New Channel" et on suit les étapes suivantes :

**Étape 1 :** On nomme le canal dans la fenêtre identification avec le nom IFRI



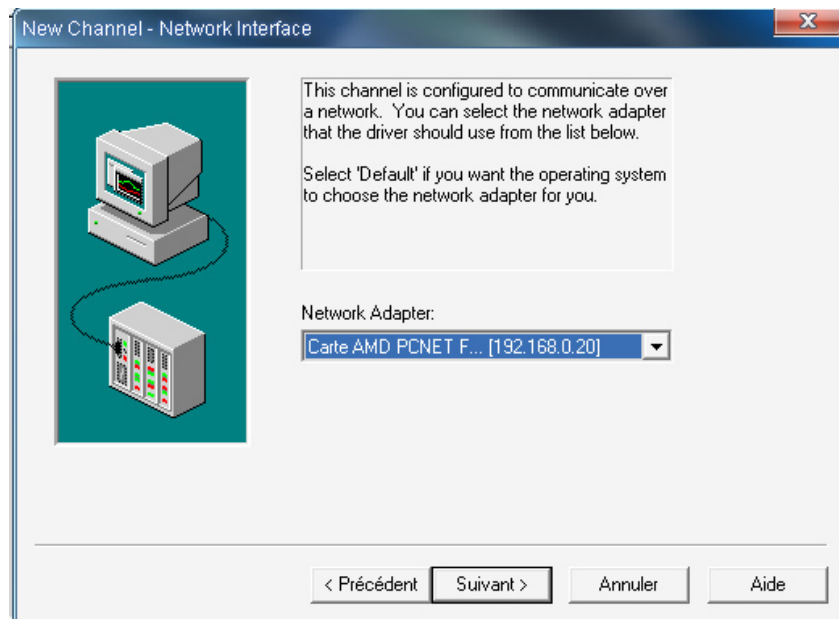
**Figure III.1 : Nomination du canal**

**Étape 2 :** On choisit le pilote du périphérique qui est le Siemens TCP/IP Ethernet



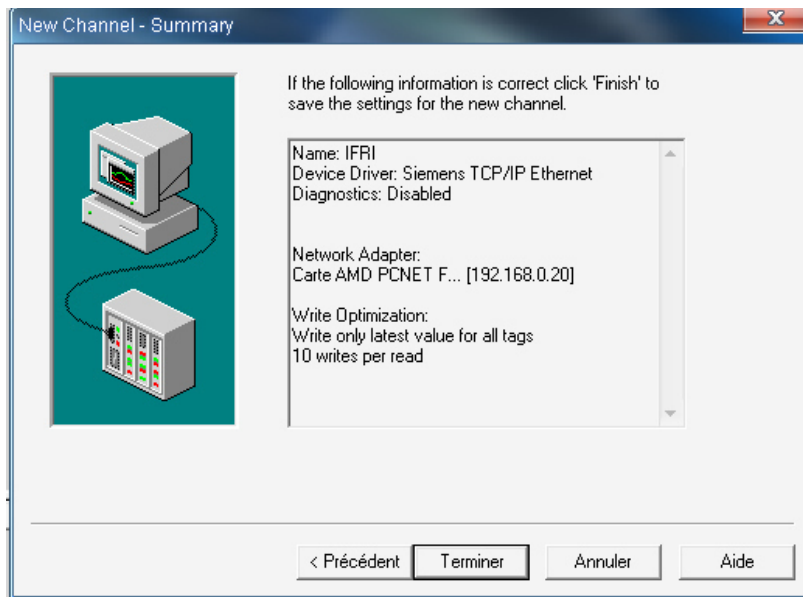
**Figure III.2 : Mode de connexion**

**Étape 3 :** On définit la carte réseau disponible sur l'ordinateur



**Figure III.3 : Définition de la carte réseau**

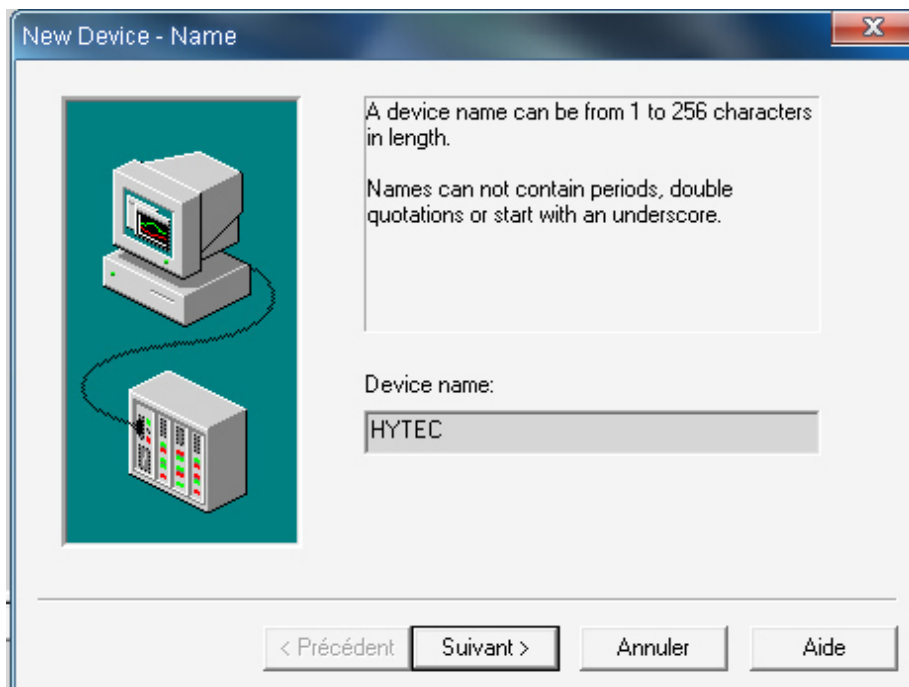
**Étape finale :** On vérifie les informations introduites



**Figure III.4 : Récapitulatif des informations du canal**

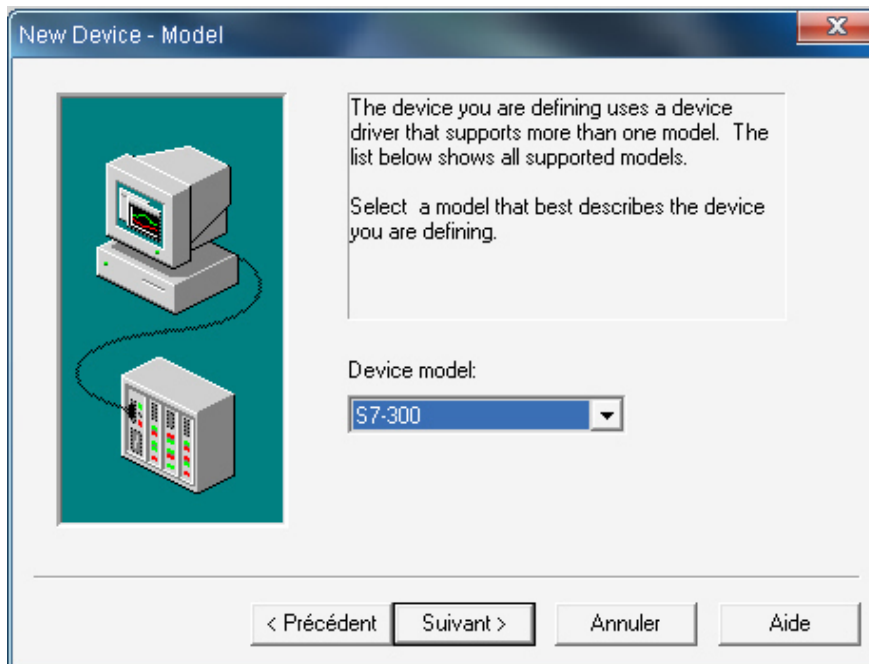
Une fois le canal créé, on configure la connexion à l'S7-300 et on définit l'adresse IP de cette dernière par les étapes suivantes :

**Étape 1 :** On nomme la connexion par le nom de la station " HYTEC "



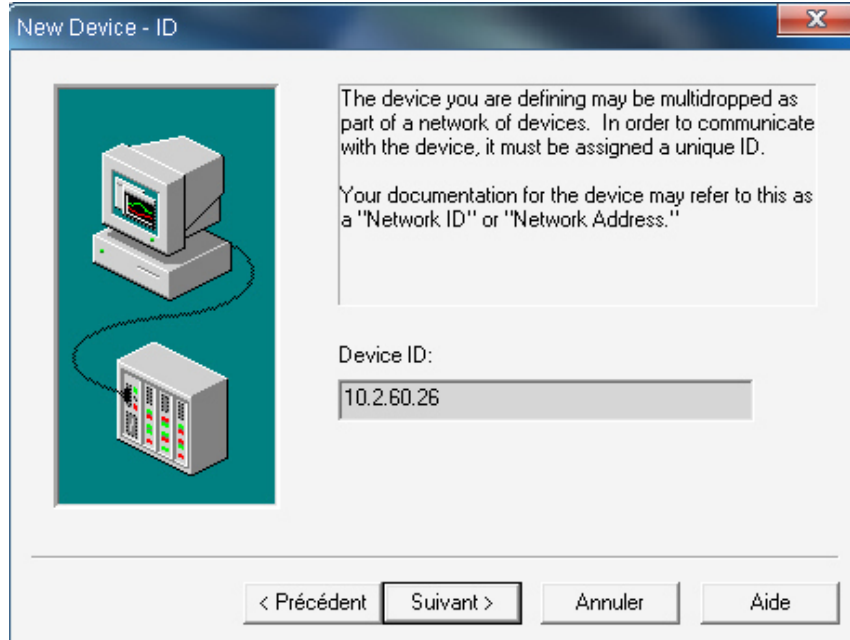
**Figure III.5 : Nom de la connexion**

**Étape 2 :** On sélectionne le model d'automate disponible dans la station qui est le S7-300



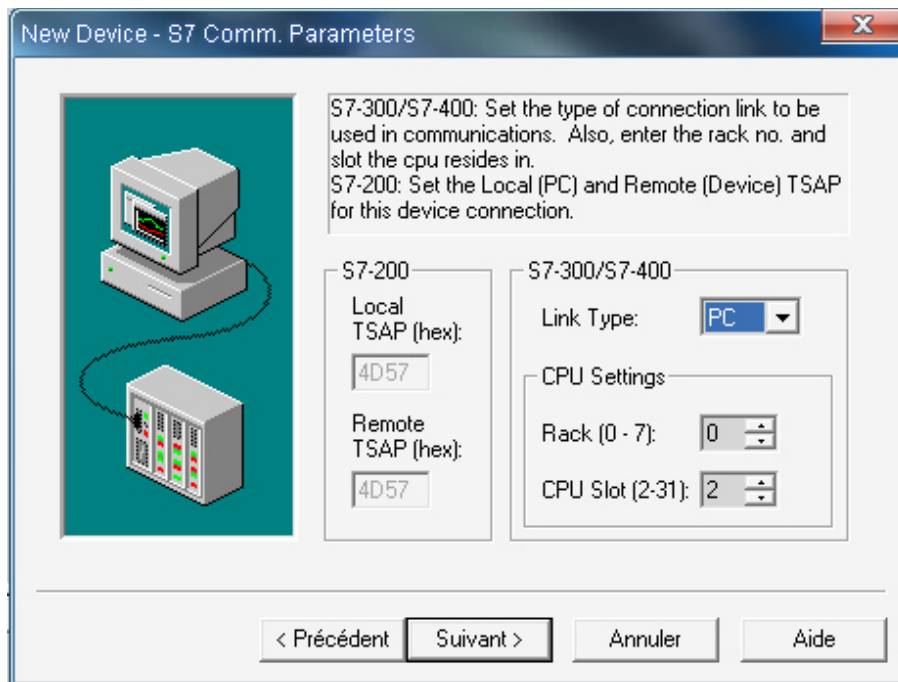
**Figure III.6 : choix de l'automate**

**Étape 3 :** On introduit l'adresse IP de l'automate S7-300: 10.2.60.26



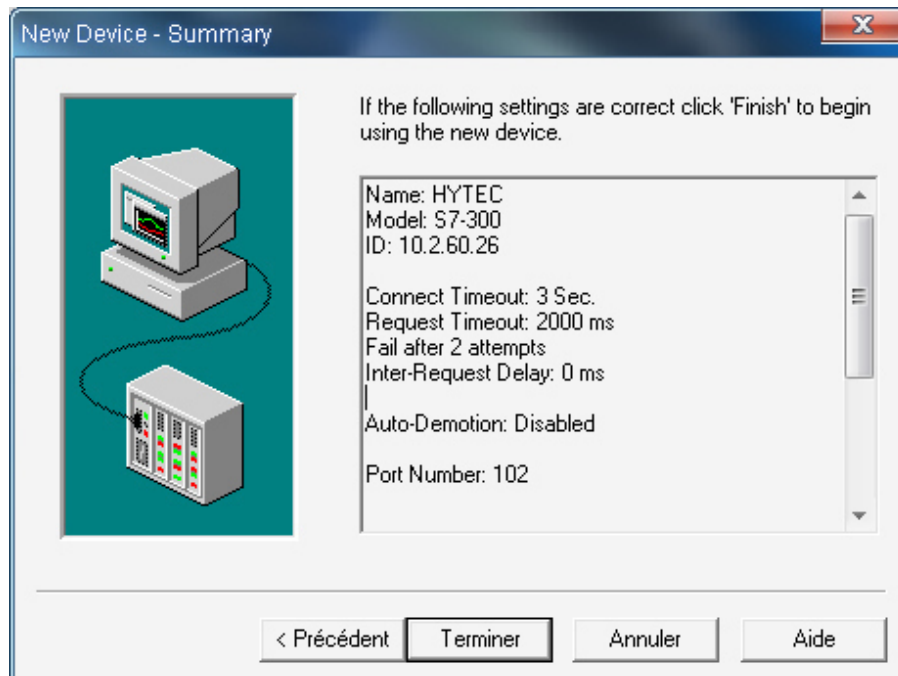
**Figure III.7 : Adresse IP de l'automate**

**Étape 4 :** On sectionne le PC comme type de lien



**Figure III.8 :** Type de lien

**Étape finale :** vérification des informations introduites



**Figure III.9 :** Récapitulatif de création de la connexion

### I.1.2 KEPServerEX vers InTouch

Pour lier l'application KEPServer à InTouch, on doit d'abord configurer la connexion au serveur par l'option FastDDE/SuiteLink sur KEPServerEX, puis configurer le nom d'accès sur InTouch.

Elles se font comme suit :

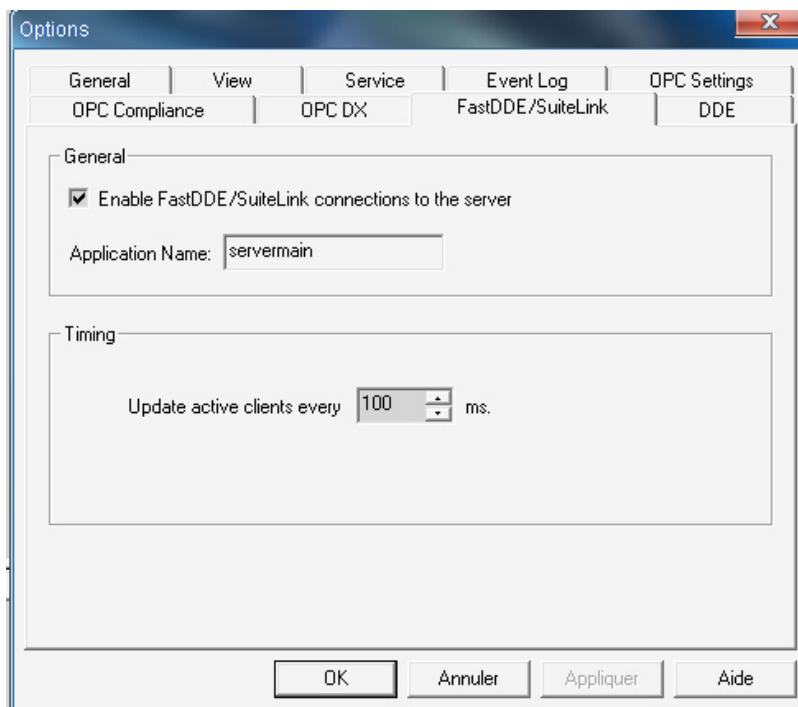


Figure III.10 : Nom d'application sur KEPServerEX

Nom de l'application KEPServerEX

Nom du canal sur KEPServerEX

Nom de La connexion sur KEPServerEX

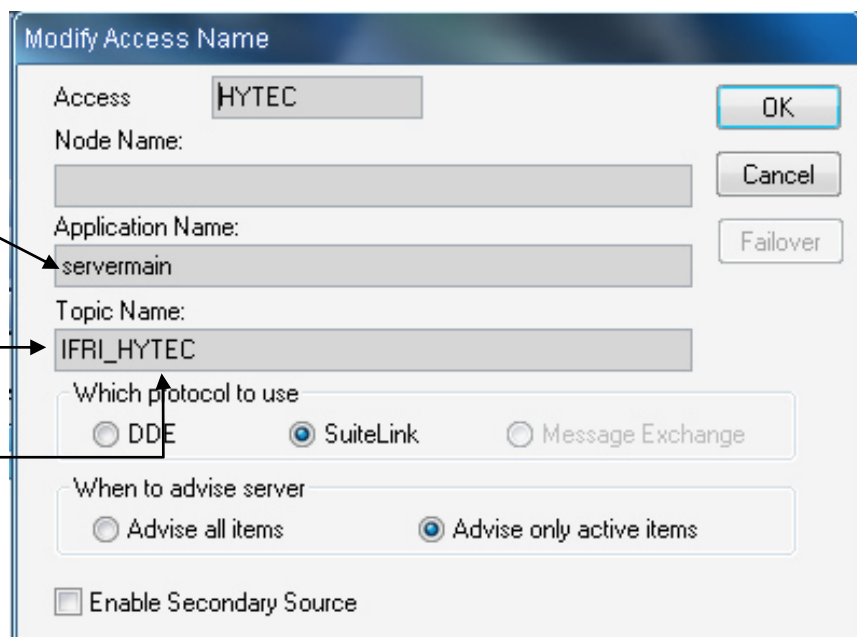


Figure III.11 : Création d'un accès depuis InTouch vers KEPServerEx

## I.2 Liaison InTouch avec SQL Server

### I.2.1 Création des tables dans la base de données

On ouvre le Microsoft SQL Server Management Studio, on appuie sur « bases de données » puis sur le bouton droit de la souris et on choisit ‘nouvelle base de donnée’

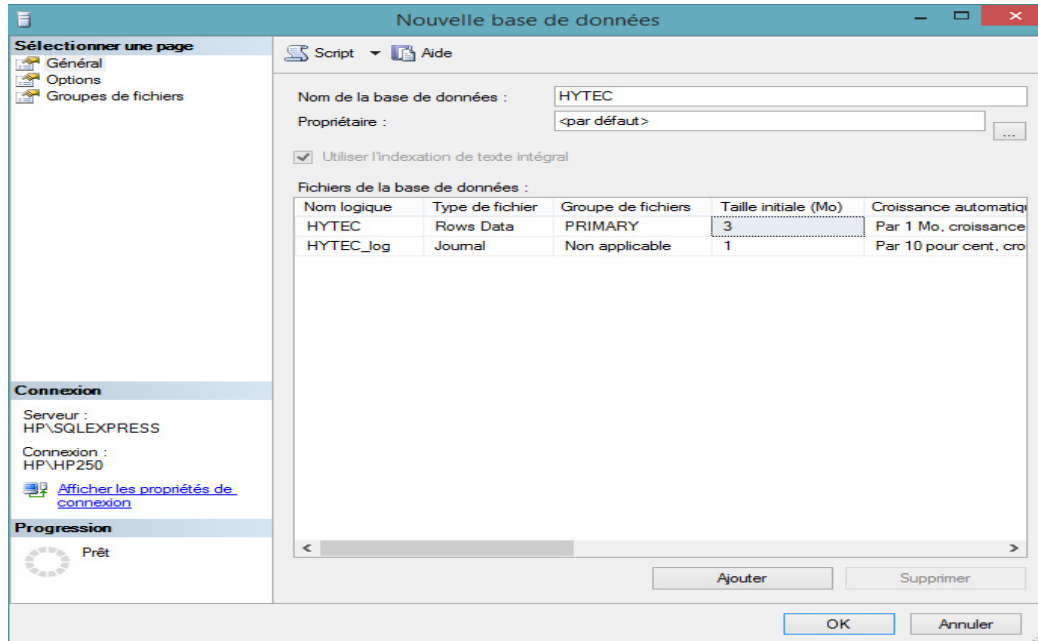


Figure III.12 : Fenêtre de création d'une nouvelle base de données

Une fois la base est créée, on écrit une nouvelle requête pour créer les différentes tables avec les commandes suivantes :

Pour préciser la base dans la quelle on veut crée la table on utilise la commande **USE** qui signifie utiliser, et on écrit le nom de la base entre crochets à coté de cette commande, puis en met **GO** pour finaliser la commande.

Après, on se sert de la commande **CREATE TABLE** pour créer une table, le nom de cette dernière doit être écrite dans des croches après la commande citée au dessus. On ouvre une parentèse et on commence à déclarer les noms des champs inclus dans cette table. On commence par le nom du champ, puis le type de données qui vont être enregistrées dans ce champ. On précise si ce champ accepte des valeurs nulles ou non, en écrivant NULL s'il accepte ou NOT NULL dans le cas contraire. On met une virgule et on passe à un autre champ. On ferme la parenthèse, on se sert de la commande **ON** pour préciser le fichier de création, à la fin on met **GO** et on exécute le programme.

Pour les autres tables on suit toujours les mêmes étapes pour les créer.

- Programmes de creation des tables

```
USE [hytec]
```

```
GO
```

```
%création de la table des conductivités
```

```
CREATE TABLE [dbo].[HYTEC_COND](  
    [DATE] [datetime] NULL,  
    [COND_UF] [real] NULL,  
    [COND_OS1] [real] NULL,  
    [COND_OS2] [real] NULL,  
    [COND_OS3] [real] NULL,  
    [COND_DEP] [real] NULL  
    ) ON [PRIMARY]
```

```
GO
```

```
%création de la table des pressions des osmoseurs
```

```
CREATE TABLE [dbo].[HYTEC_PRES_OS](  
    [DATE] [datetime] NULL,  
    [PT50244] [int] NULL,  
    [PT50245] [int] NULL,  
    [PT50401] [int] NULL,  
    [PT50431] [int] NULL,  
    [PT50461] [int] NULL,  
    [PT50402] [int] NULL,  
    [PT50432] [int] NULL,  
    [PT50462] [int] NULL  
    ) ON [PRIMARY]
```

```
GO
```



*%création de la table des pressions des UFs*

```
CREATE TABLE [dbo].[HYTEC_PRES_UF](  
    [DATE] [datetime] NULL,  
    [PT60501] [int] NULL,  
    [PT60502] [int] NULL,  
    [PT50202] [int] NULL,  
    [PT50222] [int] NULL,  
    [PT50242] [int] NULL  
    ) ON [PRIMARY]
```

GO

*%création de la table des divers niveaux d'eau*

```
CREATE TABLE [dbo].[NIVEAU_HYTEC](  
    [DATE] [datetime] NULL,  
    [NIV_CUVE_FOR] [real] NULL,  
    [NIV_CUVE_UF] [real] NULL,  
    [NIV_CUVE_OS] [real] NULL,  
    [NIV_CUVE_CON] [real] NULL,  
    [NIV_CUVE_FOROSM] [real] NULL,  
    [NIV_CUVE_UFOSM] [real] NULL,  
    [NIV_CUVE_OSOSM] [real] NULL  
    ) ON [PRIMARY]
```

GO

### I.2.2 Programme de sauvegarde (script) sur InTouch

Dans le but de sauvegarder les données prélevées de l'automate dans la base de données SQL, on crée un programme qui s'exécute chaque 5 minutes. Il sauvegarde: les niveaux d'eau dans les diverses cuves, la conductivité à la sortie de l'osmoseur, les diverses pressions dans l'installation.

Le programme établi sur InTouch sous forme de script est montré dans l'annexe A.

#### Algorithme de raisonnement

Pour : chaque 5 minutes faire

```
:   Lecture et affectation des données aux variables avec StringFromIntg
:   Remise a zéro des afficheurs
:   Connexion à la base de données SQL Server avec SQLConnect
:   Si
:     :   Pas de connexion
:     :   Afficher un message d'erreur "DB : ERREUR Connexion "
:   Sinon
:     :   Afficher " DB : connexion OK"
:     :   Ouvrir la base de données en mode insertion avec SQLS et Statement
:     :   Insertion des données avec SQL Append Statement
:     :   Préparer l'instruction SQL à exécuter et activer la déclaration
:     :   avec SQL PreparedStatement
:     :   Exécuter la requête de sauvegarde avec SQLExecute
:     :   Saut de ligne dans la table de données avec SQLNext
:     :   Supprimer l'historique des données dans InTouch avec SQLClearStatement
:     :   Afficher sur l'interface InTouch la dernière ligne sauvegardée
:     :   Déconnexion de la base de données SQL Server
:   FinSi
FinPour
```

### I.3 Test de requêtes

- Pour afficher toutes les données stockées dans une base de données, on peut procéder par deux méthodes

#### Première méthode

On utilise la commande **SELECT** (qui signifie sélectionner) et on écrit tous les noms des champs existants dans la table. On met une virgule à la fin de chaque nom de champ qui sert à définir un champ par rapport à un autre, sauf le dernier.

On utilise **FROM** pour préciser le chemin de sélection : on écrit d'abord le nom de la base entre crochets, puis le nom de la table séparé par un point, on met **GO** et on exécute le programme.

```
SELECT [DATE]
      ,[COND_UF]
      ,[COND_OS1]
      ,[COND_OS2]
      ,[COND_OS3]
      ,[COND_DEP]
FROM [hytec].[dbo].[HYTEC_COND]
GO
```

les noms de tous les champs dans la table

Le nom de la base      Le nom de la table

Après l'exécution du programme nous avons obtenu les valeurs des conductivités des UFs, Osmoseur 1, Osmoseur 2, Osmoseur 3 et la conductivité de départ à la distribution avec la date et l'heure correspondantes (figure III.13).

	DATE	COND_UF	COND_OS1	COND_OS2	COND_OS3	COND_DEP
1	2017-02-18 20:15:47.390	5077	117	0	1	49
2	2017-02-18 20:20:47.357	5092	117	0	1	50
3	2017-02-18 20:25:47.357	5069	117	0	1	50
4	2017-02-18 20:30:47.403	5071	117	0	1	50
5	2017-02-18 20:35:47.263	5057	117	0	1	50
6	2017-02-18 20:45:47.310	5028	117	0	1	50
7	2017-02-18 20:50:47.297	4979	117	0	1	50
8	2017-02-18 20:55:47.297	4990	117	0	1	50
9	2017-02-18 21:05:47.310	5063	117	0	1	50
10	2017-02-18 21:10:47.217	5071	117	0	1	50

Figure III.13 : Une partie des conductivités obtenues

## Deuxième méthode

C'est la méthode la plus efficace et la plus rapide

```
SELECT * → * désigne le tout
FROM [hytec].[dbo].[ NIVEAU_HYTEC]
GO
```

Après exécution, nous avons obtenu les résultats de la figure III.14.

	DATE	NIV_CUVE_FOR	NIV_CUVE_UF	NIV_CUVE_OS	NIV_CUVE_CON	NIV_CUVE_FOROSM	NIV_CUVE_UFOSM	NIV_CUVE_OSOSM
1	2017-02-18 21:15:47.263	426	156	155	287	0	162	105
2	2017-02-18 21:20:47.230	427	152	155	288	0	162	105
3	2017-02-18 21:25:47.250	425	155	155	288	0	163	105
4	2017-02-18 21:30:47.280	426	152	155	289	0	163	105
5	2017-02-18 21:45:47.200	430	152	155	289	0	163	105
6	2017-02-18 21:50:47.170	432	152	155	288	0	161	105
7	2017-02-18 21:55:47.170	434	152	155	284	0	162	105
8	2017-02-18 22:00:47.217	435	152	155	282	0	162	105
9	2017-02-18 22:05:47.187	437	152	155	281	0	162	102
10	2017-02-18 22:10:47.200	439	152	155	280	0	162	102

**Figure III.14 : Une partie des niveaux obtenus**

- Pour afficher des champs précis

Dans ce cas, on déclare seulement les champs souhaités à afficher après le **SELECT**, est on précise dans quelle table se trouve ces champs par la comande **FROM** puis **GO** et on exécute.

```
SELECT [DATE]
,[PT60501]
,[PT50202]
,[PT50222]
FROM [hytec].[dbo].[HYTEC_PRES_UF]
GO
```

Après exécution, nous avons obtenu les résultats de la figure III.15.

	DATE	PT60501	PT50202	PT50222
1	2017-05-04 09:31:36.897	0	0	0
2	2017-05-04 09:36:37.020	0	0	0
3	2017-05-04 09:41:36.897	0	0	0
4	2017-05-04 09:46:37.723	0,21	0,15	0,12
5	2017-05-04 09:51:36.940	0,21	0,15	0,12
6	2017-05-04 10:01:36.910	0,21	0,15	0,12
7	2017-05-04 10:06:37.050	0,21	0,14	0,12
8	2017-05-04 10:21:37.050	2,46	0,85	0,83
9	2017-05-04 10:31:36.800	2,34	0,15	0,57
10	2017-05-04 10:36:37.253	2,34	0,15	0,12

**Figure III.15 : Quelques résultats correspondant aux pressions sélectionnées**

➤ Pour afficher des champs précis avec une condition

Dans ce cas, on utilise la commande **WHERE** (qui signifie "quant") qui sera suivie d'une condition choisie.

Dans notre cas, on a choisi la condition PT50401=0 qui signifie que l'Osmoseur 1 est l'arrêt.

```
SELECT [DATE]
      ,[PT50245]
      ,[PT50401]
      ,[PT50431]
      ,[PT50402]
      ,[PT50432]
FROM [hytec].[dbo].[HYTEC_PRES_OS]
WHERE PT50401=0
GO
```

Après exécution on a obtenu les resultats de la figure III.16.

DATE	PT50245	PT50401	PT50431	PT50402	PT50432
2017-05-05 15:39:55.473	11,96	0	9,26	0,04	6,94
2017-05-05 15:40:15.350	12,01	0	9,45	0,04	7,31
2017-05-05 15:40:35.393	12,05	0	9,55	0,04	7,47
2017-05-05 15:40:55.457	12,05	0	9,55	0,04	7,47
2017-05-05 15:42:35.380	12,04	0	9,56	0,04	7,5
2017-05-05 15:42:55.597	12,04	0	9,56	0,04	7,5
2017-05-05 15:43:15.410	12,04	0	9,58	0,04	7,5
2017-05-05 15:44:55.347	12,04	0	9,56	0,04	7,5
2017-05-05 15:45:15.363	12,04	0	9,56	0,04	7,5
2017-05-05 15:45:35.457	12,04	0	9,56	0,04	7,5

**Figure III.16 : Les pressions à Osmoseur 1 en arrêt**

### Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes à suivre afin de réaliser toutes les liaisons qui nous permettent de récupérer et stocker les données de l'installation en temps réel. L'avantage de ce stockage de données est de nous simplifier la supervision de l'installation. Il est très utile pour détecter toute anomalie dans le système.

## *Conclusion générale*

Le travail que nous avons effectué se base sur la sauvegarde de données d'une unité de traitement des eaux automatisée avec supervision industrielle, au sein la SARL IBRAHIM et Fils « ifri » à akbou.

Nous avons initié notre travail par l'étude détaillée de notre système et la description de tous les équipements de la station de traitement des eaux ainsi que l'identification de leurs paramètres. Afin d'aboutir à sa réalisation, nous avons récolté le maximum d'informations à partir du schéma général de la station HYTEC déjà existante.

Après l'étude détaillée du système, nous avons opté pour des liaisons à connexions TCP/IP Ethernet (PROFINet) pour la flexibilité et la rentabilité. Le matériel existant (automate et InTouche) possède ce genre de liaison, ce qui n'engendre pas des coûts supplémentaires pour l'entreprise. Nous avons aussi opté pour le SQL Server qui permet la sauvegarde de données avec accès à distance pour les exploiter. Le SQL Server est déjà installé et utilisé au sein de l'entreprise. Ce type de connexion nous permet la sauvegarde en temps réel.

La conception du programme de sauvegarde est basée principalement sur l'analyse complète du processus et le principe de fonctionnement pour ne sauvegarder que les données d'aide à la décision de la station de traitement des eaux.

Au cours de cette étude, nous avons pu constater le rôle primordial de la supervision industrielle et de la sauvegarde de données dans le domaine de l'industrie. Pour mettre au point le système de contrôle qui répond aux besoins, il est nécessaire de rassembler toutes les informations concernant le déroulement du processus.

Comme perspective, il est vraiment important de continuer le travail effectué pour mieux exploiter les données sauvegardées comme la création d'une interface de contrôle qui permettra à l'opérateur la supervision et la maîtrise du processus ainsi que le développement d'une application qui signale des alarmes en cas d'anomalie.

## *Liste des abréviations*



## Liste des abréviations

**ADS:** Air discharge sensor.  
**AHU:** Air handling unit.  
**API :** Automate programmable industriel.  
**C :** compressor.  
**CADS:** Condenser air discharge screen.  
**CC:** Condenser coil.  
**CCH:** Crankcase heater.  
**CF:** Condenser fan.  
**CF-MO:** Condenser fan motor.  
**CHSF:** Condenser hood / sand filter.  
**CP:** Control panel.  
**CSV:** Comma-separated values.  
**DISC:** Main electrical disconnect.  
**EC:** Heater disconnects.  
**ECA:** Economizer actuator.  
**EDH:** Duct heater.  
**EF:** Evaporator fan.  
**EF-MO1:** Evaporator fan motor.  
**FD:** Fire damper.  
**FLTR:** Return air filter.  
**HGS:** Hot gas solenoid.  
**HGV:** Hot gas bypass valve.  
**HPS:** High pressure switch.  
**HTT:** Humidity / temp transmitter.  
**IP:** Internet protocol.  
**LLS:** Liquid line solenoid.  
**LPS:** Low pressure switch.  
**ODBC:** Open Database Connectivity.  
**OPC:** OLE for Process Control.  
**PDT:** Pressure diff tansmitter.  
**PGAS:** Partitioned global address space.  
**SNMP:** Simple Network Management Protocol.  
**TCP:** Transmission Control Protocol.  
**UF:** Ultrafiltration.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

- [1] Manuel d'exploitation UF
- [2] Documentation Ifri
- [3] Documents fournisseur BURCKERT.
- [4] André SIMON « AUTOMATE PROGRAMMABLE ». édition L'ELAN ,1983.
- [5] Système d'automatisation S7-300, Caractéristiques des modules, 02/2013 A5E00105506-08.
- [6] Automate programmable S7-300 Fonctions intégrées CPU 312 IFM/314 IFM, EWA 4NEB 710 6058-03a, Version 2.
- [7] <https://www.kepware.com/en-us/products/kepserverex/documents/kepserverex-v5-manual.pdf>
- [8] Introduction a la supervision, Pierre BONNET, Novembre 2010
- [9] Manuel de formation InTouch 8.0, Christophe JOUBERT
- [10] Cours de bases de données, Philippe RIGAUX, 13 juin 2001
- [11] SQL Server 2008, SQL, Transact SQL - Conception et réalisation d'une base de données, Jérôme GABILLAUD, avril 2008.

# *Annexes*

{HYTEC} les niveaux d'eau et conductivités

IF \$Minute MOD 5 == 1 THEN

Var12 = StringFromIntg( Mi26/1000\*312+Mi260/1000\*312, 10 ); {niveau Forrage Hytec}

Var13 = StringFromIntg( Mi260/1000\*312, 10 );

Var14 = StringFromIntg( OSMOTEC\_CN1, 10 ); {niveau Forrage Osmotec}

Var15 = StringFromIntg( OSMOTEC\_CN1, 10 );

Var16 = StringFromIntg( MI1511/1000\*60+MI15/1000\*60+MI1513/1000\*60, 10 );  
{niveau UF Hytec}

Var17 = StringFromIntg( MI15/1000\*60, 10 );

Var18 = StringFromIntg( MI1513/1000\*60, 10 );

Var19 = StringFromIntg( OSMOTEC\_CN2, 10 ); {niveau UF Osmotec}

Var20 = StringFromIntg( hytec\_niv\_os1/1000\*60+MI16/1000\*60+MI1514/1000\*60, 10 );  
{niveau Os Hytec}

Var21 = StringFromIntg( MI16/1000\*60, 10 );

Var22 = StringFromIntg( MI1514/1000\*60, 10 );

Var23 = StringFromIntg( (OSMOTEC\_CN4+OSMOTEC\_CN3)/2\*5, 10 );  
{niveau Os Osmotec}

Var24 = StringFromIntg( MI18/1000\*196+MI19/1000\*196, 10 );  
{niveau concentrat}

Var25 = StringFromIntg( MI19/1000\*196, 10 );

Var26 = StringFromIntg(DB14DBD00/10, 10 ); conductivité sortie eau ultrafiltré

Var27 = StringFromIntg( DB14DBD100/10, 10 ); conductivité sortie os1 hytec

Var28 = StringFromIntg( DB14DBD200/10,10 ); conductivité sortie os2 hytec

Var29 = StringFromIntg( DB14DBD300/10, 10 ); conductivité sortie os3 hytec

Var30 = StringFromIntg( DB14DBD400, 10 ); pression distribution eau osmosée

Debug8 = "0";

Debug9 = "0";

Debeg10= "0";

Debeg11= "0";

{Connexion à la base de données SQL Serveur }

SQLError = SQLConnect( ConnectionId, "Driver={SQL Server};Pwd=Adue2015; User ID=adue; Server=SRVTPACK;Database=HYTEC;");

IF (SQLError <> 0) THEN

    Debug8="DB : ERREUR Connexion:" + SQLErrorMsg(SQLError);

    Debug9 ="0";

ELSE

    Debug9 = "DB : Connexion OK";

    Debug8="0";

    SQLError = SQLSetStatement( ConnectionId, "INSERT INTO HYTEC\_COND (Date,COND\_UF,COND\_OS1,COND\_OS2,COND\_OS3,COND\_DEP)");

    SQLError = SQLAppendStatement( ConnectionId, " VALUES (GetDate(),"+ Var26 + "", "+ Var27 + "", "+ Var28 + "", "+ Var29 + "", "+ Var30 + "")");

    SQLError = SQLPrepareStatement( ConnectionId, SQLHandle );

---

```
SQL_Error = SQLExecute( ConnectionId, "HYTEC_COND", SQLHandle);
```

```
SQL_Error = SQLNext (ConnectionId);
```

```
SQL_Error = SQLClearStatement( ConnectionId, SQLHandle );
```

```
Debeg10 = " VALUES ( '"+ $DateString + $TimeString+ "','+ Var26 + "','+ Var27 +  
"',"+ Var28 + "','+ Var29 + "','+ Var30 + "')";
```

```
SQL_Error = SQLSetStatement( ConnectionId, "INSERT INTO NIVEAU_HYTEC  
(Date,NIV_CUVE_FOR,NIV_CUVE_UF,NIV_CUVE_OS,NIV_CUVE_CON,NIV_CUVE_  
FOROSM,NIV_CUVE_UFOSM,NIV_CUVE_OSOSM)");
```

```
SQL_Error = SQLAppendStatement( ConnectionId," VALUES (getDate(),'+ Var12 +  
"',"+ Var16 + "','+ Var20 + "','+ Var24 + "','+ Var14 + "','+ Var19 + "','+ Var23 + "')");
```

```
SQL_Error = SQLPrepareStatement( ConnectionId, SQLHandle );
```

```
SQL_Error = SQLExecute( ConnectionId, "HYTEC", SQLHandle);
```

```
SQL_Error = SQLNext (ConnectionId);
```

```
SQL_Error = SQLClearStatement( ConnectionId, SQLHandle );
```

```
Debeg11 = " VALUES ( '"+ $DateString + $TimeString + "','+ Var12 + "','+ Var16 +  
"',"+ Var20 + "','+ Var24 + "','+ Var14 + "','+ Var19 + "','+ Var23 + "')";
```

```
SQL_Error = SQLDisconnect( ConnectionId);
```

```
ENDIF;
```

```
ENDIF;
```

```
{HYTEC} les divers pressions
```

```
IF $Minute MOD 5 == 1 THEN
```

Var31 = StringFromIntg( PT50244/100, 10 ); {pression sortie ppes alimentations osmoseurs}  
Var32 = StringFromIntg( PT50245/100, 10 ); {pression régulation sortie filtre pompes  
alimentations osmoseurs}  
Var33 = StringFromIntg( PT50401/100, 10 ); {pression entrée 2eme étage osmoseur 1}  
Var34 = StringFromIntg( PT50431/100, 10 ); {pression entrée 2eme étage osmoseur 2}  
Var35 = StringFromIntg(PT50461/100, 10 ); {pression entrée 2eme étage osmoseur 3}  
Var36 = StringFromIntg( PT50402/100, 10 ); {pression sortie concentrât osmoseur 1}  
Var37 = StringFromIntg( PT50432/100, 10 ); {pression sortie concentrât osmoseur 2}  
Var38 = StringFromIntg( PT50462/100, 10 ); {pression sortie concentrât osmoseur 3}  
Var39 = StringFromIntg( PT60501/100, 10 ); {pression sortie ppe distribution eau de  
forage}  
Var40 = StringFromIntg( PT60502/100, 10 ); {pression régulation sortie filtre distribution  
eau de forage}  
Var41 = StringFromIntg( PT50202/100, 10 ); {pression permeat uf1}  
Var42 = StringFromIntg( PT50222/100, 10 ); {pression permeat uf2}  
Var43 = StringFromIntg( PT50242/100, 10 ); {pression permeat uf3}

Debug12= "0";

Debug13 = "0";

Debug14= "0";

Debug15= "0";

{ Connexion à la base de données SQL Serveur }

SQLError = SQLConnect( ConnectionId, "Driver={SQL Server};Pwd=Adue2015; User  
ID=adue; Server=SRVTPACK;Database=HYTEC;");



IF (SQLError <> 0) THEN

    Debug12="DB : ERREUR Connexion:" + SQLErrorMsg(SQLError);

    Debug13="0";

ELSE

    Debug13 = "DB : Connexion OK";

    Debug12="0";

    SQLError = SQLSetStatement( ConnectionId, "INSERT INTO HYTEC\_PRES\_OS5  
(Date,PT50244,PT50245,PT50401,PT50431,PT50461,PT50402,PT50432,PT50462)");

    SQLError = SQLAppendStatement( ConnectionId," VALUES (GetDate(),"+ Var31 +  
", "+ Var32 + ", "+ Var33 + ", "+ Var34 + ", "+ Var35 + ", "+ Var36 + ", "+ Var37 + ", "+  
Var38 + ")");

    SQLError = SQLPrepareStatement( ConnectionId, SQLHandle );

    SQLError = SQLExecute( ConnectionId, "HYTEC\_PRES\_OS5", SQLHandle);

    SQLError = SQLNext (ConnectionId);

    SQLError = SQLClearStatement( ConnectionId, SQLHandle );

    Debug14 = " VALUES ( "+\$DateString + \$TimeString+ ", "+ Var31 + ", "+ Var32 +  
", "+ Var33 + ", "+ Var34 + ", "+ Var35 + ", "+ Var36 + ", "+ Var37 + ", "+ Var38 + ")";

    SQLError = SQLSetStatement( ConnectionId, "INSERT INTO HYTEC\_PRES\_UF  
(Date,PT60501,PT60502,PT50202,PT50222,PT50242)");

```
SQLError = SQLAppendStatement( ConnectionId," VALUES (GetDate(),"+ Var39 +  
", "+ Var40 + ", "+ Var41 + ", "+ Var42 + ", "+ Var43 + "));
```

```
SQLError = SQLPrepareStatement( ConnectionId, SQLHandle );
```

```
SQLError = SQLExecute( ConnectionId, "HYTEC_PRES_UF", SQLHandle);
```

```
SQLError = SQLNext (ConnectionId);
```

```
SQLError = SQLClearStatement( ConnectionId, SQLHandle );
```

```
Debug15 = " VALUES ( "+ $DateString + $TimeString + ", "+ Var39 + ", "+ Var40 +  
", "+ Var41 + ", "+ Var42 + ", "+ Var43 + "));
```

```
SQLError = SQLDisconnect( ConnectionId);
```

```
ENDIF;
```

```
ENDIF;
```

## **Résumé**

Ce mémoire présente une méthodologie générale pour la sauvegarde de données d'un système industriel. Il a été question d'une étude détaillée de l'unité de traitement des eaux qui a permis de choisir les données à sauvegarder, par suite des liaisons ont été faites pour permettre l'acheminement des données depuis l'automate jusqu'à la base de données SQL Server. Vous trouverez également une description sur les automates programmables industriels et plus précisément le S7-300 de la firme SIEMENS, le Kepserver, le système SCADA InTouch et le SQL Server. Une partie est consacrée à la création d'un projet de sauvegarde, la configuration matérielle, l'élaboration du programme et le test de requêtes.

## **Abstract**

This memory presents a general methodology for the data back-up of an industrial system. It was question of a detailed study of the treatment unit of water which has makes it possible to choose the data to be saved by follows connections were made to allow the routing of the data since the automat until database SQL Server. You will also find a description on the industrial programmable automats and more precisely S7-300 of the SIEMENS firm, Kepserver, system SCADA InTouch and the SQL Server. A part is devoted to the creation of a project of safe guard, the hardware configuration, the development of the program and the test of requests.