

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE L'ELECTRONIQUE



DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE
FILIERE : ELECTRONIQUE
OPTION : INSTRUMENTATION

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Intitulé

Implémentation d'un système de détection
De fuite autour d'un système de traitement
De signal numérique

Réalisé par
CHARIKH YOUSRA
DOUCENE HAFSA

Devant les jurys composés de :

Mr. GUERMAT NOUBEIL	Université de M'sila	Président
Mr. BENTOUMI MILOUD	Université de M'sila	Rapporteur
Mr. BAKHTI ELHADI	Université de M'sila	Co-rapporteur
Mr. SAADA KHALKHAL Fayçal	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire :2019/2020

REMERCIEMENT

Avant tout nous tenons à remercier ALLAH tout puissant de nos avoir donné la volonté, la santé et la patience durant nos années d'études et surtout pendant la réalisation de ce mémoire.

*Mon vifs remerciements, accompagnés de toute mon gratitude, vont tout d'abord à mon encadreur **Mr. BENTOUMI Miloud** et Co-encadreur **Mr. BAKHTI Haddi**, pour avoir proposé ce sujet et dirigé ce travail, pour toute leur aide, et le continuel suivi tout au long de la préparation de ce mémoire. Il est présenté un excellent exemple de la compétence scientifique, discipline et générosité.*

J'exprime ma reconnaissance aux membres de jury pour bien vouloir accepter de présider et examiner ce travail.

Notre profonde gratitude à tous les enseignants du Département d'Electronique en particulier dans notre spécialité INST. Avec un remerciement spécial aux étudiants du département d'Électroniques et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

Spécialement à celle qui m'a donné la vie, à la plus chère personne au monde qui m'a Apporté beaucoup d'affection, fait des sacrifices et veillé à mon chevet Jusqu'à extinction de la lumière, qui a assuré mon éducation et m'a encouragé à continuer mes études pour me voir ainsi arriver à ce que je suis aujourd'hui. Et qui a consacré la majeure partie de son temps à m'apporter aide et soutien sur toute la durée de mes études,

Merci ma très chère mère.

A ma sœur et à son mari

A toute ma grande famille en particulier mes tantes et mes oncles

A mes amis et collègues :

YOUSSRA, Bouchra, Aida, Wafa, Noussaiba, Sabrina, Khalissa, Loubna, Noura, Meryem, Mebarqa ,Chaima; SABER

Je dédie également ce travail à toute la promotion d'électronique 2019/2020 et spécialement le groupe D'option Instrumentation Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.

DOUCENE.HAFSA

Dédicace

Projet de fin d'étude (master) 2020 dédicace

À ma mère, tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir, tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée." que Dieu te Préserve et te procure santé

Et longue vie.

À mon Père (Que Dieu ait pitié de lui et lui pardonne ses péchés et vive au paradis), "L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon

Respect.

À tout ma famille, source d'espoir et motivation.

À tous mes amis, source de joies et bonheur.

Je vous remercie tous.

CHARIKH YOUSRA

SOMMAIRE

Introduction générale

Introduction générale	02
-----------------------------	----

Chapitre I : Réseaux de distribution

I.1 Introduction	06
I.2 Définition d'un réseau de distribution	06
I.3 Description d'un réseau d'A.E. P	07
I.3.1 Captage	08
I.3.2 Station de traitement	08
I.3.3 Réservoir de stockage	08
I.3.4 Adduction	09
I.3.4.1 L'adduction gravitaire	09
I.3.4.2 L'adduction par refoulement	10
I.3.5 La distribution	10
I.3.5.1 Conduite de transfère ou feeder	10
I.3.5.2 Conduite de distribution	11
I.3.5.3 Conduite de branchement	11
I.3.5.4 Point de livraison	11
I.3.5.5 Objectifs d'un réseau d'eau potable	12
I.4 Les type des réseaux de distribution	13
I.4.1 Réseau ramifié	13
I.4.2 Le réseau étagé	13
I.4.3 Le réseau maillé	13
I.5 Choix du type de réseau	14
I.6 Equipement du réseau de distribution	14
I.6.1 Nature de la canalisation	14
I.6.1.1 Les matériaux métalliques	14
I.6.1.2 Les matériaux à base de ciment	14
I.6.1.3 Les matériaux organiques	15
I.6.2 Différents types d'accessoires dans un réseau de distribution d'eau potable	15
I.6.2.1 Les joints	15
I.6.2.2 Les vannes	16
I.6.2.3 Les ventouses	17

I.6.2.4 Les décharges	17
I.6.2.5 Les poteaux d'incendie	17
I.7 Conception du réseau.....	18
I.8 Choix du tracé	19
I.9 Choix du type de matériaux	19
I.10 Choix des conduites de distribution	19
I.11 Exigences du réseau de distribution	20
I.12 Problèmes rencontrés dans un réseau d'A.E. P	20
I.12.1 Problème de gestion des réseaux d'A.E. P en Algérie	21
I.13 La maintenance des réseaux	21
I.14 Les Pertes en production	22
I.15 Les fuites	22
I.15.1 Définition d'une fuite	22
I.15.2 Les causes de fuites	23
I.15.3 La recherche et la localisation des fuites	24
I.15.3.1 Localisation par observation directe	24
I.15.3.2 La sectorisation	24
I.15.3.3 L'écoute de la fuite	24
I.15.4 Les trois bruits de la fuite	24
I.15.5 La transmission du bruit de la fuite	24
I.15.6 La détection et la localisation des fuites	25
I.15.7 Localisation par autocorrélation	26
I.16 Conclusion	29
Chapitre II: Description et développement des projets avec la carte TMS320C6713 DSK	
II.1 Introduction	31
II.2 Famille des processeurs TMS320C6x	31
II.3 Caractéristiques principales du TMS 320C6713	33
II.4 Architecture générale du starter KIT TMS 320C6713	34
II.4.1 Le Processeur	34
II.4.2 Cartographie de mémoire	40

II.4.3 Registres de contrôle	42
II.4.4 Périphériques du TMS320C6713	43
II.4.4.1 Timers	43
II.4.4.2 Le Port d'interface (HOTE) (HPI).....	47
II.4.4.3 La liaison série « MCBSP». (Multi channel buffered serial port)	49
II.4.4.4 L'accès Mémoire en mode direct « EDMA »	51
II.4.4.5 L'interface de mémoire externe « EMIF »	52
II.4.5 Structure de la mémoire	55
II.5 Composants de la carte	55
II.5.1 Le Codec AIC23	55
II.5.2 JTAG	56
II.5.3 CPLD	56
II.5.4 Mémoires Synchrones DRAM	56
II.5.5 Mémoire flash (Flash Memory)	57
II.5.6 LEDs et DIP Switch	57
II.6 Fonctionnement	57
II.7 Configuration des Paramètres des Switch	58
II.8 Alimentation en énergie	58
II.9 CCS V3.3 en mode simulateur C6713	59
II.9.1 Carte C6713 DSK	59
II.9.2 Création d'un projet	60
II.10 Conclusion	62

Chapitre III : Système d'acquisition des données

III.1 Introduction	64
III.2 Le capteur	65
III.2.1 Définition	65
III.2.2 Types de capteurs	65
III.2.2.1 Capteur actif	65
III.2.2.2 Capteur passif	66
III.2.2.3 Corps d'épreuve et Capteurs composites	67
III.2.2.4 Capteur intégré	67

III.3	Transmetteur	68
III.3.1	Transmission	68
III.3.2	Types de transmetteur	68
III.3.3	Etalonnage du transmetteur de pression	69
III.4	Boucle de courant 4-20 mA	69
III.4.1	Présentation de la boucle de courant 4-20 mA	69
III.4.2	Condition d'une boucle de courant 4-20 mA	70
III.4.2.1	Capteur	70
III.4.2.2	Emetteur	70
III.4.2.3	Alimentation	71
III.4.2.3	Fils de la boucle	71
III.4.2.4	Récepteur	71
III.4.3	Installation et test de la boucle	72
III.4.4	Exemple d'une boucle 4-20mA	72
III.5	Conclusion	74

Chapitre IV : Acquisition et analyse des signaux de fuite via la carte DSK6713

IV.1.	Introduction	76
IV.2.	Système d'acquisition.....	76
IV.3.	Chaîne d'acquisition	76
IV .3.1.	Transmetteur de pression	77
IV .3.2.	La boucle de courant 4-20 mA.....	79
IV.3.3.	Etage d'amplificateur d'instrumentation.....	81
IV.4.	Circuit hydraulique.....	83
IV.4.1.	Conduite	84
IV.4.2.	Accessoires.....	84
IV.4.3.	Fuite d'eau.....	84
IV.4.4.	Electrovanne	84
IV.4.5.	Pompe	85
IV.4.6.	Réservoir.....	85
IV.5.	Système de détection réalisé.....	86
IV.6.	Résultats et discussions	90
IV .5.1.	Caractéristiques statistiques	91
IV.6.	Conclusion	96

Conclusion générale

Conclusion générale	98
---------------------------	----

Références bibliographiques

Références bibliographiques	100
-----------------------------------	-----

Liste des Figures

Chapitre I : Réseaux de distribution

Figure I.1. Schéma général d'un réseau d'A.E. P	07
Figure I.2 : Les processus de production et distribution de l'eau.....	08
Figure I.3 : Réseau ramifié.....	13
Figure I.4 : Réseau maillé.....	14
Figure I.5 : Les différents types de joints	16
Figure I.6 : Les différents types de vannes	16
Figure I.7 : Types de ventouses	17
Figure I.8 : Poteau d'incendie	18
Figure I.9 : Problèmes rencontrés dans un réseau d'A.E.P	21
Figure I.10 : Causes de l'affaiblissement d'une conduite d'eau potable.	23
Figure I.11 : Méthode du gaz traceur	25
Figure I.12 : Méthode de la thermographie	25
Figure I.13 : Paramètres du calcul de la position de la fuite.....	27
Figure I.14 : Fonction d'autocorrélation	28

Chapitre II: Description et développement des projets avec la carte TMS320C6713 DSK

Figure II.1 : Block diagramme simplifié de TMS320C6713 DSK.....	33
Figure II.2 : La carte DSK TMS320C6713.....	33
Figure II.3 : Schéma de bloc fonctionnel et CPU	35
Figure II.4. TMS320C6713 CPU Data path.....	37
Figure II.5. Schéma de cartographie de mémoire.	40
Figure II.6. Schéma bloc du Timer	44
Figure II.7. Registre TIMERX_CTL	45
Figure II.8. Registre TIMERX_PRD.....	46
Figure II.9. Registre TIMERX_CNT.....	47
Figure II.10. Description du module HPI.....	47
Figure .II.11. Registre HPIC	48
Figure II.12. Schéma bloc du module « liaison série » du TMS320C6713.....	49

Figure II.13 : Architecture d'EDMA	51
Figure II.14 : Schéma bloc du module EDMA.....	52
Figure II.15 : Signaux de l'EMIF.....	53
Figure II.16 : Schéma du Codec AIC23.....	55
Figure II.17 : Schéma de JTAG	56
Figure II.18 : Setup du CCS.....	59
Figure II.19 : Sélection du DSK C6713.....	60
Figure II.20 : Ouverture d'un nouveau projet.....	60
Figure II.21 : Exemple de création de projet sous CCS.....	61
Figure II.22 : Avant et après l'extension du projet.....	61

Chapitre III : Système d'acquisition des données

Figure III.1 : Schéma de la chaîne d'acquisition d'une mesure	64
Figure III.2 : Capteur et transmetteur en situation.....	65
Figure III.3 : Capteurs composites.....	67
Figure III.4 : Capteur intégré.....	68
Figure III.5 : Transmetteur 4 fils	68
Figure III.6 : Transmetteur 3 fils	69
Figure III.7 : Transmetteur 2 fils	69
Figure III.8 : Schéma d'une boucle de courant 4-20 mA.	70
Figure III.9 : Alimentation d'une boucle de courant 4-20 mA.....	71
Figure III.10 : Le câblage de la boucle	72
Figure III.11 : Capteur de température de l'émetteur le XTR105 de Burr-brown.....	73
Figure III.12 : Capteur de température de l'émetteur le XTR105 et un récepteur le RCV420 de Burr-brown	73

Chapitre IV : Acquisition et analyse des signaux de fuite via la carte DSK6713

Figure IV.1 : La chaîne d'acquisition.	76
Figure IV.2 : Capteur de pression.	77
Figure IV.3 : Dimension du capteur de pression.	77
Figure IV.4 : Le câblage de la boucle.	79
Figure IV.5 : Boucle 4-20mA.....	80

Figure IV.6 : Le boucle 4-20 mA expérimental.	80
Figure IV.7 : Montage d'amplification des signaux des capteurs.	81
Figure IV.8 : Montage d'adaptation expérimental.	83
Figure. IV.9 : Circuit hydraulique et électrique global.	83
Figure. IV.10 : Canal prototype.	84
Figure. IV.11 : Électrovanne.	85
Figure. IV.12 : Bouton poussoir.	85
Figure. IV.13 : Pompe.	85
Figure. IV.14 : Réservoir.	85
Figure. IV.15 : Le circuit électrique du système d'acquisition réalisé.	86
Figure IV.16 : Alimentation de la carte	87
Figure IV.17 : Entrée LIN IN et Sortie LIN OUT	87
Figure IV.18 : Fichier pfe comportant un DAC et un DAC.....	88
Figure IV.19 : Fichier pfe1.out.....	88
Figure IV.20 : Une seule sortie sinusoïdale	89
Figure IV.21 : Deux sorties sinusoïdales	89
Figure IV.22 : Deux sorties triangulaires	90
Figure IV. 23 : Signaux temporels sans fuite issus des deux capteurs de pression.	91
Figure IV. 24 : Signaux temporels sans fuite de la deuxième acquisition.	91
Figure IV. 25 : signaux temporels sans fuite issus de capteur de pression A.	92
Figure IV. 26 : signaux temporels sans fuite issus de capteur de pression B.	93
Fig. IV.27. Signaux avec fuite des deux capteurs, 1ère acquisition.....	94
Fig. IV.28. Signaux avec fuite des deux capteurs, 2ième acquisition.....	94
Figure IV. 29. Signaux temporels avec fuite issus de capteur de pression A.	95
Figure IV. 30. Signaux temporels avec fuite issus de capteur de pression B.	95

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : Phases du pipeline	38
Tableau II.2 : Effets de pipeline	38
Tableau II.3 : Description détaillée unités fonctionnelles du TMS320C6713.....	39
Tableau II.4 : Organisation de la mémoire	41
Tableau II.5 : Registres de contrôle.....	42
Tableau II.6 : Registres Additionnels de la sous famille TMS320c67xx.....	43
Tableau II.7 : Registres du Timer	44
Tableau II.8 : Description de registre TIMERX_CTL.....	45
Tableau II.9 : Registres de HPI.....	48
Tableau II.10 : Description des champs de HPI	48
Tableau II.11 : Registre de configuration de McBSP.....	50
Tableau II.12 : Signaux d'interface de McBSP	50
Tableau II.13 : Description des signaux de l'EMIF	53
Tableau II.14 : Registres de l'EMIF	54
Tableau II.15 : Configuration de Paramètres des Switchs	58
Tableau III.1 : Capteurs actif	66
Tableau III.2 : Capteurs passifs.....	67
Tableau IV.1 : Spécifications techniques du capteur de pression.....	78
Tableau IV.2 : Calcul de la moyenne et l'écart type.....	92
Tableau IV.3 : Calcul de la moyenne et l'écart type.....	93
Tableau IV.4 : Calcul de la moyenne et l'écart type.....	95
Tableau IV.5 : Calcul de la moyenne et de l'écart type	96

Introduction générale

Introduction Générale

L'eau potable est une ressource naturelle fragile et précieuse. Elle est sans équivoque primordiale pour tout organisme. Au fil des âges, l'homme a dû inventer des techniques de plus en plus innovantes pour la préserver et la rendre accessible. Toutes les eaux (rivières polluées, mer) peuvent en effet être converties en eau potable, mais cela entraîne souvent des coûts prohibitifs. Les systèmes de distribution d'eau sont de nature complexe et comportent un grand nombre de conduites. Quel que soit la nature des matériaux entrant dans la fabrication des réseaux de distribution (WDNs), et avec l'âge des canalisations souterraines qui varie d'un an à presque 100 ans, la terre et l'eau par leurs composantes constitutives agissent continuellement sur ces canalisations. Provoquant ainsi des points faibles sur leurs parois, favorisant l'apparition des fuites. Ces dernières peuvent être également dues aux vibrations mécaniques provoquées par les travaux humains quotidiens. Les fuites sont reconnues comme un problème majeur pour les services d'eau dans le monde. Elles engendrent des problèmes sur la santé publique par la pénétration des contaminants dans ces pipes dans le cas des faibles pressions et elles favorisent également l'effondrement de l'infrastructure souterraine. On outre, les pertes économiques causées par les fuites sont de plus en plus inquiétantes. Clairement pour un bon control du réseau, les systèmes de détection doivent donc être misent en place pour détecter les fuites instantanément et localiser les points de fuite avec précision. La plupart des pays font des efforts gigantesques afin trouver des solutions concernant les fuites sur les pipelines qui sont enfouis sous la terre. Ce qui pousse les laboratoires de recherche de guider des solutions incessantes. Les capteurs de pression sont des dispositifs très utilisés dans des différents domaines et applications industrielles. Ce type de capteur est très performant par rapport aux autres capteurs parce qu'il bénéficie de caractéristiques importantes. Il ne perturbe pas la mesure après son installation sur le réseau et il donne des mesures exactes en le comparant par rapport aux autres capteurs tel que les capteurs de vibration. Ces derniers, leurs mesures est souvent entachées d'erreurs dues aux trafics routiers. Un grand nombre de techniques de détection des fuites ont été proposées dans la littérature.

Les réseaux de distribution d'eau potable sont souvent décrits comme un véritable réacteur, où l'eau et son contenant sont le siège d'interactions physico-chimiques et biologiques. L'eau du robinet peut avoir une qualité très éloignée de celle issue de l'usine de production.

Les WDN's d'eau se détériorent naturellement avec le temps et perd leurs étanchéités. L'eau est perdue à cause de fuites dans les différentes composantes des réseaux qui comprennent des tubes de transmission, des tuyaux de distribution, des tuyaux de connexion de service, les articulations, vannes, bouches d'incendie, et les réservoirs de stockage et les réservoirs.

Dans la tuyauterie, les fuites comprennent ceux du service connexions, un joint défectueux, et une canalisation fissurée. Le problème de la détection des fuites peut être classés comme une sous-catégorie d'un champ de recherche important nommé surveillance de l'état du réseau. L'objectif n'est cependant pas de prédire les indications de l'échec probable, mais il est de capturer les pistes de défaut existant (fissure) dans le tuyau. Une sortie de l'eau à partir d'une ouverture sur la paroi de la conduite peut causer plusieurs changements physiques dans le sol, et le tuyau tels que la pression appliquée dans le tuyau, ce qui rend le bruit acoustique audible, l'évolution de l'humidité du sol etc. Chacun de ces phénomènes peuvent être utilisés comme un symptôme clé pour la surveillance du réseau de distribution d'eau.

Le problématique est d'analyser les signaux issues d'une fuite générée automatiquement à partir d'une électrovanne placée sur la conduite. En addition, connaître les caractéristiques et les singularités de ces signaux. A cette fin nous avons réalisé un circuit hydraulique prototype. La première contribution par rapport aux travaux de la littérature ouverte est que le circuit prototype comporte des coudes. Ces derniers se manifestent sur l'écoulement et modifient la direction de passage du fluide provoquant ainsi des pertes de charge singulières. Comme deuxième contribution nous avons exploité l'entrée stéréo (LIN) de la carte DSK6713 pour faire passer deux signaux provenant de deux transducteurs placés de part et d'autre de la fuite à des distances distinctes. L'interaction des logiciels Simulink de Matlab et CCS (code composer) de Texas instrument nous ont permis d'analyser les signaux en temps réel et de pouvoir accéder aux données par élaboration des programmes sous environnement Matlab. L'objectif principal est d'étudier les signaux de fuite par un système de détection élaboré au niveau du laboratoire et qui fonctionne autour d'un système de traitement de signal numérique, en utilisant la carte TMS 320C6713 DSK à base du DSP. Nous avons montré les différentes étapes de notre processus proposé pour l'implémentation d'un système de détection de fuite. La méthode de la boucle de courant 4-20 mA va être utilisée vue les performances qu'elle présente.

Notre projet de fin d'étude est organisé comme suit :

Chapitre I : réseau de distribution

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un réseau d'AEP, ainsi que les types de conduites de distribution, et l'objectif de ces réseaux. On a exposé les différents réseaux de distribution et nous avons décrit les éléments de réseau. Les choix de conduites, et les types de matériaux sont éclaircis. On a défini les problèmes rencontrés dans un réseau d'AEP, enfin nous avons traité les fuites et leurs causes principales.

Chapitre II : Description et développement des projets avec la carte TMS320C6713 DSK

Dans ce chapitre, on a décrit le DSK TMS320C6713, et on a présenté son architecture interne, ces caractéristiques sont aussi éclaircies pour mieux comprendre son fonctionnement global puis nous avons montré comment nous créons un projet sur cette carte en utilisant l'outil de développement CCS.

Chapitre III : Système d'acquisition des données

Dans ce chapitre, on a décrit La chaîne d'acquisition, et on a présenté les capteurs et leurs types, On a exposé également la signification d'un transmetteur et ses différents types. Après cela, nous avons parlé de l'étalonnage du transmetteur de pression, puis nous avons présenté La boucle de courant 4-20 mA et les conditions de leur application et un exemple de cela.

Chapitre IV : Acquisition et analyse des signaux de fuite via la carte DSK6713

Ce chapitre traite le travail pratique qui comporte une chaîne hydraulique prototype se basant sur des capteurs de pression et une chaîne électrique intégrant la carte DSKC6713. Les signaux vont être analysés pour différentes positions des capteurs par rapport à la fuite.

Enfin, le travail est clôturé par une conclusion générale indiquant la contribution de cette mémoire en exposant notamment les éventuelles perspectives.

Chapitre I :

Réseaux de

distribution

I.1. Introduction

L'eau potable est l'une des ressources naturelles la plus précieuse. De plus, elle est vitale pour tout organisme. Il est essentiel de trouver un moyen de gérer cette eau de manière durable à un moment où les ressources en eau du monde subissent déjà un stress croissant en raison de la croissance démographique et du réchauffement climatique. Comme implication directe, économiser l'eau devient très crucial. Toutes les eaux (rivières polluées, mer) peuvent être converties en eau potable, mais cela entraîne souvent des coûts prohibitifs. Les systèmes de distribution d'eau sont de nature complexe et nécessitent un grand nombre de conduites. Quelle que soit la nature des matériaux utilisés dans la fabrication des WDNs (Water distribution networks), et avec l'âge des canalisations souterraines qui est d'un an à 100 ans, la terre et l'eau, par leurs composantes, agissent en continu sur ces canalisations. Cela provoque des points faibles sur les parois et favorise l'apparition de fuites. Ce chapitre est dédié à une description d'un réseau d'A.E. P (Alimentation en eau Potable) ainsi qu'aux processus de production et distribution de l'eau. Les types de conduites sont éclaircis, sans oublier de montrer les catégories de consommation de l'eau. Il est judicieux avant de traiter les problèmes des réseaux de connaître leurs types. L'objectif d'un réseau d'eau potable est également présenté. Les problèmes rencontrés dans un réseau d'A.E. P sont également exposés. En fin une définition de la fuite est donnée. Les causes de ces derniers ont pris part de notre travail.

A cet effet à partir du réservoir, l'eau est distribuée dans un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront effectués en vue de l'alimentation des abonnés, et cela, d'une façon équitable. Il est constitué d'une conduite maitresse à partir de laquelle prennent issues des conduites secondaires alimentant des conduites tertiaires et ainsi de suite. Le réseau de distribution doit répondre aux conditions suivantes :

- Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles.
- La vitesse de l'eau dans les conduites sera de l'ordre 0.5m/s à 1.00 m/s.

I.2. Définition d'un réseau de distribution

Le réseau de distribution est l'ensemble des canalisations qui font suite au réservoir. Très souvent, l'eau sort de ce dernier ouvrage par une seule conduite maitresse, et sur laquelle sont branchées des conduites de diamètres moindres dites secondaires. Si l'agglomération est importante, il est préférable de prévoir plusieurs conduites maitresses.

Les réseaux de distribution peuvent prendre plusieurs schémas, ces schémas seront choisis selon l'importance de l'agglomération.

Dans la plupart des réseaux de distribution, une forte proportion de l'eau se perd pendant le transport entre les usines de traitement et les points de consommation. Le volume perdu est généralement de 20 à 30 % de la quantité produite [1]

I.3. Description d'un réseau d'A.E. P

Un réseau d'alimentation en eau potable a pour fonction principale de desservir en eau potable un ensemble de points tels que : Compteurs d'abonnés, Bouches de lavage, Poteaux d'incendie. Il conditionne l'activité et le développement des agglomérations.

Le réseau d'eau potable est un ensemble des circuits hydrauliques qui permettent de véhiculer l'eau potable depuis le réservoir jusqu'aux abonnés. Ce circuit peut comporter :

- ✓ Réservoir(s).
- ✓ Conduites de différents diamètres et natures.
- ✓ Accessoires et pièces spéciales : Vannes, Té ; Coudes, Cônes de réduction, ventouse...
- ✓ Branchements.
- ✓ Ouvrages annexes (regards, bouches à clé etc...).

La **Figure (I.1)** représente le schéma des principaux ouvrages constituant dans un réseau d'AEP.



Fig.I.1. Schéma général d'un réseau d'A.E. P

La **Figure (I.2)** montre les processus de production et distribution de l'eau.

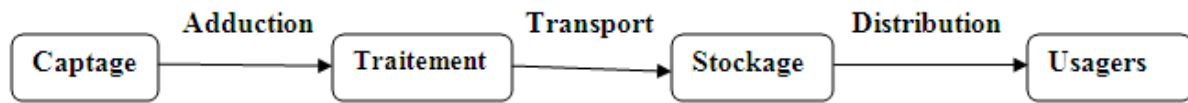


Fig.I.2. Les processus de production et distribution de l'eau [2]

I.3.1. Captage

Un captage d'eau potable est le prélèvement d'eau :

- Soit à partir d'une source qui sort naturellement de terre (source naturelle ou puits artésien).
- Soit à partir d'un cours d'eau ou du réservoir d'un barrage ;
- Soit à partir d'une nappe d'eau souterraine ou aquifère, réalisation des (forages, puits)
- Soit à partir des eaux de mer qu'on appelle le dessalement.

I.3.2. Station de traitement

Le traitement de l'eau brute se passe généralement en trois étapes :

- La clarification : il s'agit de débarrasser l'eau des particules colloïdales en utilisant un massif filtrant.
- La stérilisation : son objectif est de rendre l'eau bactériologiquement pure. Pour ceci, on utilise des oxydants tels que le chlore et l'ozone.
- L'affinage : permet d'éliminer les micropolluants (corps dissous). [3]

Le rôle de l'usine de traitement est de rendre l'eau potable en une succession d'opérations appliquées à l'eau après son captage mais avant sa distribution et son stockage.

I.3.3. Réservoir de stockage

Le réservoir de stockage est un bassin qui se remplit au cours des faibles consommations et qui se vide pendant les périodes de fortes consommations journalières. Le réservoir présente deux utilités (technique et économique) par les multiples fonctions qu'il remplit :

a. Fonctions techniques il permet :

- La régulation du débit pour tous les ouvrages qui se situent en amont et en aval de lui.
- La régulation de la pression dans le réseau de distribution.
- L'assurance de la continuité de l'approvisionnement en cas de panne dans les ouvrages situés dans la partie amont.
- La participation au traitement (utilisation de réactifs).

b. Fonctions économiques il permet :

- La réduction des investissements sur tous les autres ouvrages du réseau d'A.E.P.
- La réduction des coûts de l'énergie.

La capacité d'un réservoir dépend du mode d'exploitation des ouvrages de la partie amont et de la variabilité de la demande. Pour l'emplacement d'un réservoir, selon que l'agglomération est située en plaine ou en terrain accidenté, il peut être soit enterré, soit semi-enterré, soit surélevé.

I.3.4. Adduction

L'adduction d'eau désigne l'ensemble des techniques permettant de transporter l'eau de sa source à son lieu de consommation. L'eau peut être acheminée grâce à des conduites ou des aqueducs. L'adduction est constituée :

- De la source (rivière, plan d'eau, nappe), à partir de laquelle on pompe l'eau.
- Du réseau de transport (canal, canalisations).
- Du stockage (bassin, château d'eau).

On peut distinguer deux principaux types d'adduction :

I.3.4.1. L'adduction gravitaire

Dans une adduction gravitaire, le point de captage est à une altitude supérieure à celle de réservoir. L'adduction gravitaire se présente aussi lorsqu'un bassin d'accumulation intermédiaire reçoit, dans un premier temps, l'eau refoulée par une station de pompage et dans un deuxième temps, l'eau sera évacuée gravitairement jusqu'au réservoir de la ville qui se situe à un niveau plus bas. C'est ce qu'on appelle adduction mixte refoulement-gravitaire. Une adduction gravitaire s'effectue soit par aqueduc, soit par une conduite forcée.

I.3.4.2. L'adduction par refoulement

Dans ce cas, le captage se trouve à un niveau inférieur au réservoir d'accumulation. Les eaux sont relevées par une station de pompage à travers une conduite de refoulement.

La conduite de refoulement et son diamètre, sont liés. Plus le diamètre de la conduite est petit pour un débit donné plus la perte de charge est grande, plus le moteur d'entraînement doit être puissant, plus l'énergie dépensée sera importante. En augmentant le diamètre de la canalisation cela induit une augmentation des dépenses d'investissement, mais on diminue les pertes de charge, et par conséquent les dépenses en énergie diminuent. Ce si nous laisse penser qu'il existe un diamètre de refoulement optimum ou un diamètre économique

I.3.5. La distribution

La distribution est utilisée pour satisfaire les besoins quotidiens des ménages et des entreprises. Elle intervient dans les processus de production industrielle et agricole, mais aussi comme bien de consommation courant dans la vie de tout un chacun. L'utilisation de l'eau de distribution représente avant tout un enjeu de santé publique, puisque l'eau potable est un élément essentiel de l'hygiène globale.

L'eau distribuée doit remplir trois conditions :

- Elles ne doivent pas contenir un nombre ou une concentration de micro-organismes, déparasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ;
- Elles doivent être conformes aux limites de qualité (valeurs obligatoires).
- Celles doivent satisfaire à des références de qualité (valeurs indicatives d'une bonne qualité mais dont le non-respect ponctuel n'engendre pas de risque pour la santé).

La distribution consiste à utiliser un ensemble de conduite qui est :

I.3.5.1. Conduite de transfère ou feeder

Une conduite de transfert véhicule de l'eau potable sous branchement particulier d'un ouvrage ou d'un secteur à un autre. On le désigne aussi sous le nom de feeder. La conduite de transfert se distingue des ouvrages d'adduction parce qu'elle véhicule de l'eau potable, presque toujours sous pression. Les ouvrages de traitement ou de stockage constituent sa limite amont ; mais elle peut aussi prendre son origine dans un secteur. Son rôle étant essentiellement de transporter de l'eau potable, normalement elle ne comporte pas débranchement de distribution à l'exception parfois de l'alimentation de quelques abonnés isolés situés en dehors des zones urbanisées, car elle est elle-même très souvent implantée en dehors de ces zones.

Par contre, elle peut comporter une ou plusieurs dérivations permettant d'alimenter d'autres ouvrages ou secteurs. La limite aval de cette conduite et de ses dérivations est constituée par un ouvrage ou un organe de comptage lorsqu'il s'agit d'un secteur de distribution. [4]

I.3.5.2. Conduite de distribution

Une conduite de distribution véhicule de l'eau potable et comporte des branchements. La conduite de distribution alimente les zones à desservir. Implantée majoritairement dans les zones construites c'est sur cette conduite que sont effectués les branchements d'abonnés. Le diamètre n'intervient pas dans la classification. Son origine est définie par le réservoir de distribution, par l'organe de comptage ou de fermeture situé sur la dérivation de la conduite de transfert ou sur l'ouvrage de mise en pression encas de refoulement-distribution.

I.3.5.3. Conduite de branchement

La conduite de branchement véhicule de l'eau potable pour alimenter un abonné individuel ou collectif à partir d'une conduite de distribution. Cette conduite établit la liaison entre la conduite de distribution et les installations de l'utilisateur. Le plus souvent, à un utilisateur correspond une conduite de branchement. C'est le cas pour les abonnés domestiques individuels et de la plupart des immeubles collectifs (qui sont donc desservis par un branchement unique avec un compteur de première prise (collectif ou général).

Son origine est la prise sur la conduite de distribution, son extrémité est le raccord avec le point de livraison.

I.3.5.4. Point de livraison

Le point de livraison est l'emplacement où est délivrée l'eau potable à l'abonné. Plus précisément le point de livraison est situé au raccord aval du compteur. Cependant cette notion désigne en même temps l'ensemble des appareils qui y sont regroupés et qui comprennent au moins un robinet avant compteur et un compteur, et éventuellement, un clapet de non-retour, un robinet après compteur, un té de purge, un réducteur de pression. S'il n'y a pas de compteur (cas de certains usages publics) le point de livraison est au raccord (ou à la bride) aval de l'organe de fermeture, vanne ou robinet, situé en extrémité aval de la conduite de branchement. Il ne peut exister de point de livraison sans conduite débranchement, par contre il peut y avoir plusieurs points de livraison pour une seule conduite de branchement [5].

On distingue quatre catégories de consommation de l'eau :

- **La consommation domestique**

C'est la consommation en eau de la population branchée au réseau ou non branchée mais qui profite des bornes fontaines pour s'alimenter en eau. À cela s'ajoute la consommation des petites industries (cafés, stations d'essence,)

- **La consommation industrielle**

Elle correspond aux besoins en eau des établissements industriels implantés dans la ville.

- **La consommation touristique**

La consommation touristique englobe la consommation de toutes les infrastructures touristiques telles que les hôtels classés, les complexes touristiques, Les villages de vacances et les campings

- **La consommation administrative et communale**

C'est la consommation des bureaux, casernes, écoles, souks, abattoirs.

I.3.5.5. Objectifs d'un réseau d'eau potable

En matière d'eau potable, la mission essentielle est de garantir une desserte satisfaisante de tous les usagers, du point de vue [6] :

a. Qualité :

La qualité de l'eau ne doit pas nuire à la santé du consommateur, elle doit être conforme aux Normes et à la réglementation sanitaire.

b. Quantité :

L'utilisateur doit disposer d'une quantité d'eau suffisante pour couvrir ses besoins, dans un souci permanent de maîtrise de la consommation et de lutte contre le gaspillage.

c. Continuité de service :

Le service de distribution doit être assuré 24 heures sur 24 avec le minimum d'interruptions Possible.

d. Pression :

La pression, ni trop forte, ni trop faible, ne doit garantir un confort d'utilisation à l'utilisateur.

I.4. Les types des réseaux de distribution

Les réseaux de distribution sont repartis en trois types :

- Le réseau ramifié.
- Le réseau maillé.
- Le réseau étagé.

I.4.1. Réseau ramifié

Les conduites ne comportent aucune alimentation en retour. Il présente l'avantage d'être économique, mais il manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés à l'aval Figure (I.3).

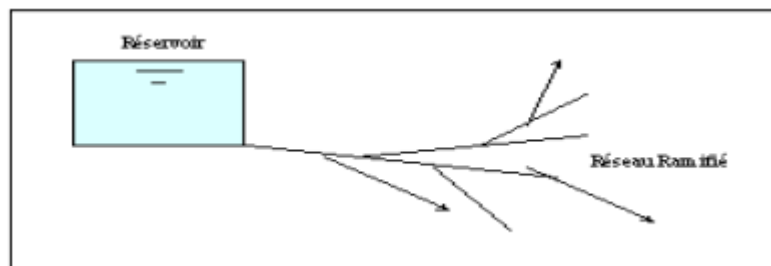


Fig.I.3. Réseau ramifié

I.4.2. Le réseau étagé

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes, ce qui fait que la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (les normes des pressions ne sont pas respectées). En effet, ce système nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

I.4.3. Le réseau maillé

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons, disposés de telle manière qu'il soit possible, de décrire une ou plusieurs boucles fermées, un suivant son tracé. Contrairement aux réseaux ramifiés ; le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

Ils sont utilisés généralement dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations, rurales, sous forme associées à des réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications) Figure (I.4).

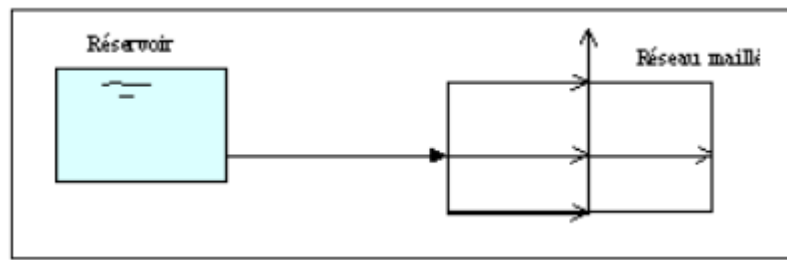


Fig.I.4. Réseau maillé

I.5.Choix du type de réseau

Nous avons conçu le réseau de distribution de la présente étude en réalisant un réseau mixte du fait des différents avantages économiques que représente un tel réseau. La distribution se fera par gravité à partir d'un réservoir placé à une cote plus élevée par rapport à la région à desservir.

I.6. Equipement du réseau de distribution

I.6.1. Nature de la canalisation

Il existe trois grandes familles de matériaux : métalliques, à base de ciment, organiques.

I.6.1.1. Les matériaux métalliques

Conduites en métal ferreux nu (fontes ou aciers anciens), plomb, cuivre, acier galvanisé...etc.

Interactions complexes, les réactions de corrosion toutes à l'émission d'ions métalliques dans l'eau et entraînent :

- La formation d'hydrox carbonate ou d'hydrosphères peu solubles pour les matériaux comme le plomb, le cuivre et zinc.
- La précipitation des ions ferriques pouvant provoquer le percement des parois des conduites en métal ferreux.
- La formation d'incrustations (diminution du diamètre).

I.6.1.2. Les matériaux à base de ciment

Du fait de la grande porosité de ces matériaux, l'eau retenue dans les pores dissout les bases et la chaux, contenues dans le matériau. Ainsi, au passage de l'eau, ces bases se dissolvent dans le courant d'eau dont elles augmentent le PH de quelques dixièmes d'unités. Ce phénomène est surtout observé dans les mois qui suivent la mise en service du réseau.

Par ailleurs, au contact d'eau très agressive, les matériaux à base de ciment se dégradent et le sable de surface se détache des parois. Ce sable est ensuite entraîné dans l'eau distribuée.

I.6.1.3. Les matériaux organiques

Conduites en matériaux plastiques et revêtements organiques. Les interactions entre ces matériaux et l'eau se limitent le plus généralement à la migration de substances présentes dans le matériau ou provenant de l'environnement et ayant pu le traverser.

Les matériaux utilisables pour les réseaux d'eau potable sont les suivants :

- Acier : NF EN 10224
- Béton : NF EN 639, 640, 641, 642
- Fonte : NF EN 545
- Polyester renforcé de fibres de verre (PRV) : NF EN 1796
- Polyéthylène haute densité (PE-HD) : Norme NF EN 12201
- Polychlorure de vinyle (PVC) : NF T54-034 [4]

I.6.2. Différents types d'accessoires dans un réseau de distribution d'eau potable

I.6.2.1. Les joints

Ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité des jointures des tuyaux et faire face aux sollicitations mécaniques et chimiques. Pour cela, ils doivent épouser parfaitement la loge quilleur est destinée.

Les joints constituent la partie la plus fragile de la canalisation à cause de leur souplesse ; tout mouvement du tuyau s'articule sur le joint, ce qui provoque en lui des usures mécaniques. L'action des produits chlorés de l'eau et le dessèchement induisent le vieillissement des joints.

Il existe trois principaux types de joints : mécaniques, à emboîtement et à bride. Les joints mécaniques ou à emboîtement sont utilisés pour relier les conduites enfouies dans le sol, alors que les joints à bride sont utilisés pour raccorder des tronçons à l'intérieur des constructions (station de pompage, station de traitement, etc.)

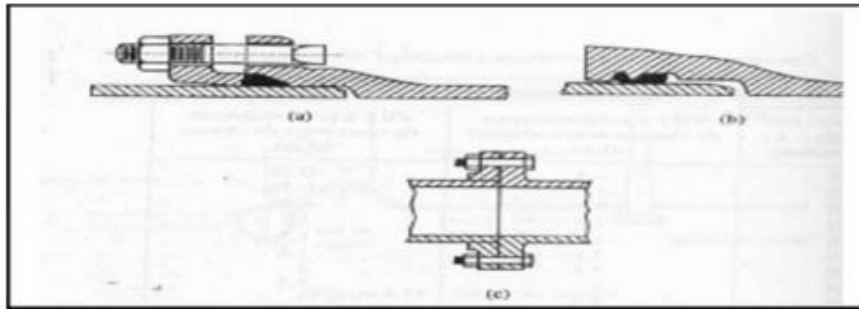


Fig.I.5. Les différents types de joints : a) mécanique, b) à emboîtement, c) à bride

I.6.2.2. Les vannes

Elles permettent de maîtriser les écoulements dans le réseau, donc de mieux gérer celui-ci.

Il existe plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés. :

-Les vannes d'isolement : permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer ou entretenir. On distingue deux types : les robinets à papillon pour les conduites de gros diamètres et les robinets-vannes pour les conduites de petits diamètres.

-Les vannes à clapets de non-retour : permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens. Elles sont installées sur les conduites de refoulement.

-Les vannes de réduction de pression : permettent de réduire la pression à une valeur prédéterminée

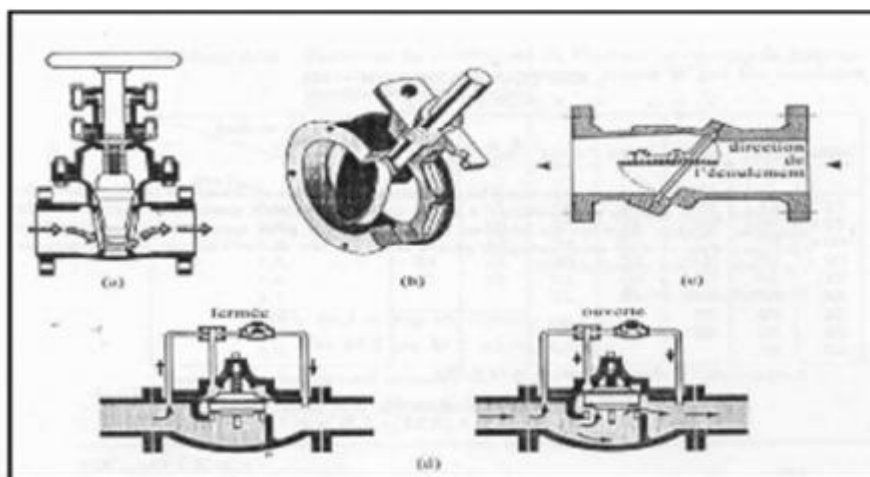


Fig.I.6. Les différents types de vannes : a) robinet-vanne b) robinet à papillon c) vanne à clapet de non-retour d) vanne de réduction de pression

I.6.2.3. Les ventouses

On installe des ventouses aux points élevés du réseau. Elles permettent d'un côté, de faire évacuer les quantités d'air qui s'y accumulent à la suite, par exemple, du dégazage de l'oxygène dissous, et de l'autre côté, de faire pénétrer l'air lorsqu'un vide se crée dans une conduite et évitent la création de pressions négatives qui risqueraient d'entraîner l'écrasement de la conduite. Trois types de ventouses sont utilisés : ventouses pour petites quantités d'air, ventouses pour grandes quantités d'air et ventouses universelles

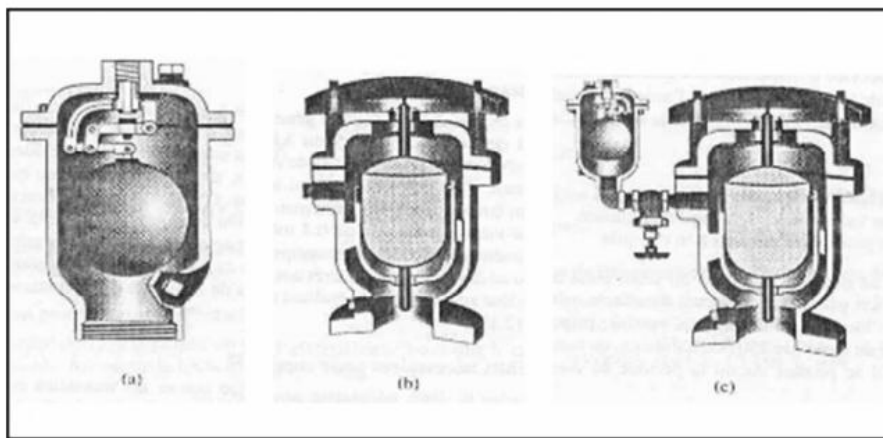


Fig.I.7. Types de ventouses : a) ventouse à petites quantités d'air b) ventouse à grandes quantités d'air c) ventouse universelle

I.6.2.4. Les décharges

Une décharge est un robinet placé au point bas de la canalisation pour en permettre la vidange, l'évacuation s'effectue à l'égout le plus voisin ou si le point bas se trouve hors de la ville, dans le fossé le plus proche. Ce robinet sera placé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie et doit être facilement accessible

I.6.2.5. Les poteaux d'incendie

Ils permettent de fournir aux pompiers l'eau dont ils ont besoin pour combattre les incendies. Ils sont reliés aux conduites du réseau par des conduites de raccordement ayant au moins 150 mm de diamètre doté d'une vanne d'isolement. Un poteau d'incendie doit comporter au moins deux prises latérales de 65 mm de diamètre et une prise frontale de 100mm si le débit d'incendie excède 5000 l/mn ou la pression si est faible.

La superficie desservie par un poteau d'incendie dépend du débit nécessaire pour combattre les incendies ; plus le débit est élevé, plus les poteaux sont nombreux et rapprochés

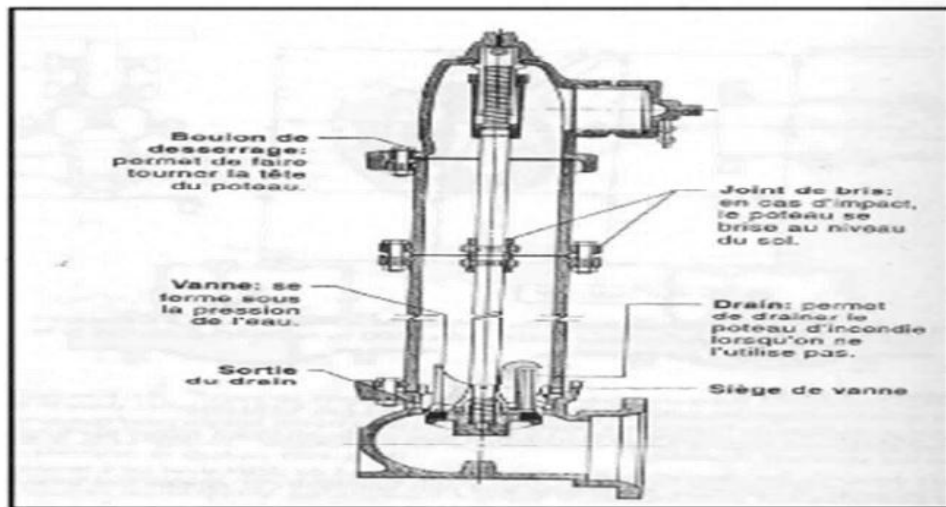


Fig.I.8. Poteau d'incendie

I.7. Conception du réseau

La conception d'un réseau de distribution est influencée par certains facteurs, tel que :

- Le relief.
- La disposition du quartier.
- Assurer un service souple et régulier.
- L'emplacement des consommateurs principaux.

Le principe de réalisation du tracé est comme suit :

- Choisir le lieu de consommation principal.
- Déterminer le sens principal de l'écoulement.
- Tracer les conduites maitresses. [7]

I.8. Choix du tracé

Pour définir le tracé définitif, il est important de penser aux points suivants :

- Minimiser le nombre de passage difficiles (traversée de route, de ravine...).
- Eviter les pentes trop fortes.
- Eviter les zones rocheuses : Une tranchée devra être creusée.
- Préférer les zones accessibles : Le long des chemins existants par exemple.
- Penser aux problèmes de propriété de terrain et d'autorisation.

I.9. Choix du type de matériaux

Dans le but du bon choix du type de matériaux on prend en compte les paramètres suivants :

- Le diamètre.
- La pression de service à supporter par le matériau.
- Les conditions de pose.
- Le prix de la conduite.
- La durée de vie du matériau.
- La disponibilité de ce dernier sur le marché. [8]

I.10. Choix des conduites de distribution

On a choisi comme matériau des conduites du réseau de distribution le PEHD (PN06) en raison des caractéristiques mécaniques et hydrauliques qu'il présente :

- Facile à poser (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronnes pour Les petits diamètres.
- Fiable au niveau du branchement, pas de fuite.
- Durée de vie 50 ans prouvée par l'expérience et les tests de vieillissement.
- Coefficient de rugosité très faible et présente une bonne résistance à l'entartrage.
- Répond parfaitement aux normes de potabilité.
- Résiste à la corrosion interne, externe et microbiologique. [9]

I.11. Exigences du réseau de distribution

Pour qu'un réseau soit performant il faut que :

- La pression doit être supérieure à 1 bar.
- Sur la totalité du réseau, la pression maximale régnant ne doit en aucun cas dépasser les 6 bars (60 m), ceci provoquera des désordres. Dans le cas où les pressions dépassent les 6 bars on peut prévoir une distribution étagée ou installer des réducteurs de pression.
- Les vitesses doivent être comprises entre 0,5 et 1,5 m/s.
- Les diamètres doivent permettre l'écoulement des débits de pointe.

I.12. Problèmes rencontrés dans un réseau d'A.E. P

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'A.E. P ; des fuites, les branchements illicites, les erreurs de compteurs, les problèmes environnementaux, pénétration de contaminants, chute de pression, des ruptures ou casses sur les conduites et leurs accessoires, les interruptions. A ces problèmes s'ajoutent des problèmes de gestion du réseau. Ces différents problèmes causent le mécontentement des consommateurs qui réagissent en déposant des plaintes sur les différents services (quantité insuffisante, qualité médiocre, interruption de l'alimentation, etc.) au niveau des services concernés. Les différents problèmes survenant dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent être classés en trois grandes catégories :

- Problèmes induisant les ruptures et les casses.
- Problèmes induisant les fuites.
- Problèmes induisant la dégradation de la qualité de l'eau.

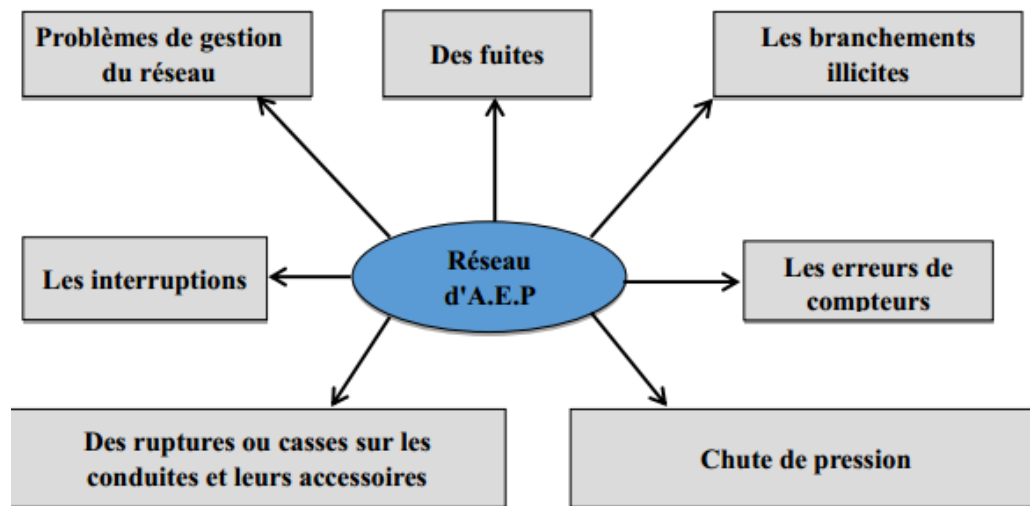


Fig.I.9. Problèmes rencontrés dans un réseau d'A.E. P

I.12.1. Problème de gestion des réseaux d'A.E. P en Algérie

Les problèmes de gestion des réseaux algériens sont très divers :

- Méconnaissance des besoins en eau des populations.
- Entretien quasi-nul des canalisations et de leurs accessoires.
- Coupures d'eau fréquentes.
- Fuites non répertoriées.
- Inexistence de pompes de secours au niveau des stations de pompage. [10]

I.13. LA MAINTENANCE DES RÉSEAUX

Pour garantir un service de qualité soucieux d'une utilisation raisonnée de la ressource et des dépenses publiques il faut donc assurer le contrôle des accessoires de réseau, les appareils de robinetterie – fontainerie placés sur le réseau demandent un entretien périodique destiné à vérifier leur fonctionnement.

La fréquence des opérations de maintenance dépend de chaque appareil de ses conditions d'utilisation ainsi que de la nature de l'eau [3], [8].

I.14. Les Pertes en production

C'est certainement au niveau de la distribution que les pertes sont importantes dus aux :

- les fuites sur réseau (conduites et branchements)
- le défaut de comptage
- branchements clandestins
- etc.

I.15. Les fuites**I.15.1. Définition d'une fuite**

C'est une source de bruit, qui engendre des vibrations mécaniques et acoustiques due aux fluctuations de la pression du fluide dans la conduite. Ces vibrations se propagent avec une atténuation plus ou moins rapide le long de la conduite et dans le sol. Les fuites se produisent dans différents éléments du réseau de distribution d'eau (conduites de transmission, conduites de distribution, branchements, raccords, vannes, et bouches d'incendie).

C'est une source de bruit, qui engendre des vibrations mécaniques et acoustiques due aux fluctuations de la pression du fluide dans la conduite. Ces vibrations se propagent avec une atténuation plus ou moins rapide le long de la conduite et dans le sol. Les fuites se produisent dans différents éléments du réseau de distribution d'eau (conduites de transmission, conduites de distribution, branchements, raccords, vannes, et bouches d'incendie).

Les fuites engendrent des pertes qui peuvent être de deux types :

- Les pertes au niveau d'adduction qui surviennent dans le cas où il y a des transferts d'eau

Très importants, entre la production et la mise en distribution. L'absence de comptage tant à

L'amont qu'à l'aval ne permet pas d'évaluer ces pertes.

- Les pertes en distribution qui correspondent à la différence entre le volume d'eau distribué et le volume d'eau consommé. Elles sont dues aux :

- Fuites au niveau des joints.
- Fuites aux différentes prises de branchement,
- Fuites sur branchements.
- Cassures des conduites : Erreurs de comptage.

- Erreurs de comptage.
- Eaux piratées (branchements illicites).

I.15.2. Les causes de fuites

- La corrosion
- Les défauts des matériaux
- Mauvaise installation
- Pression d'eau excessive
- Les coups de bélier
- Les mouvements de terrain attribuables à la sécheresse ou au gel
- Les vibrations
- Les charges excessives dues à la circulation

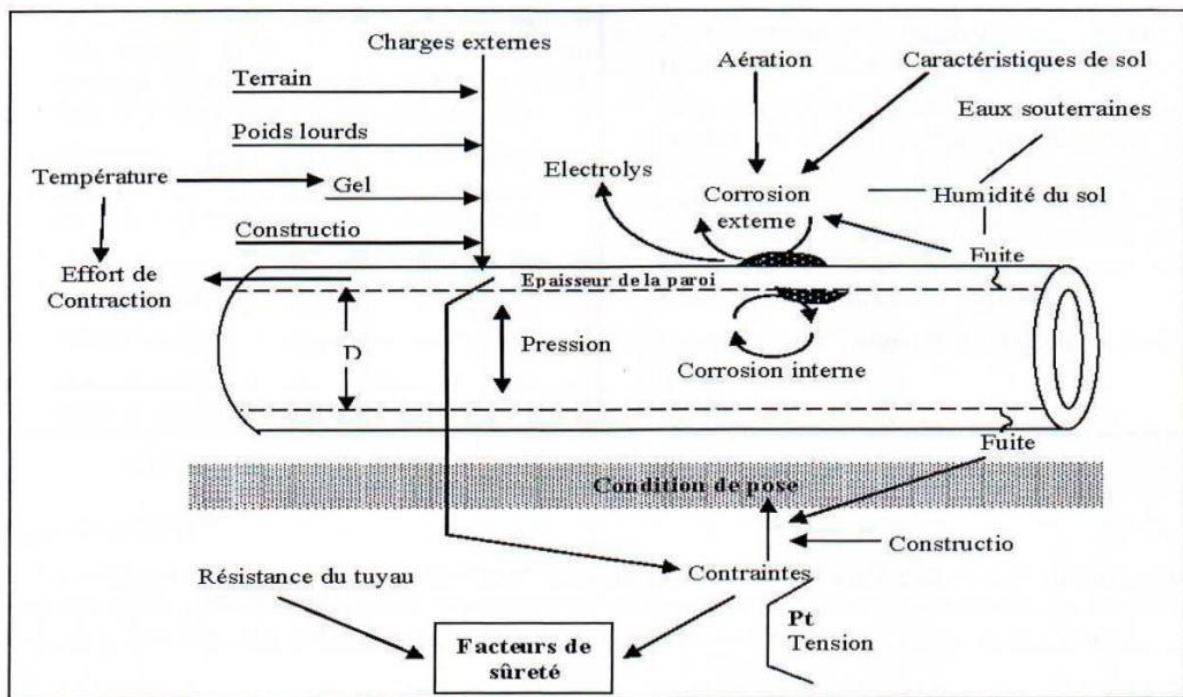


Fig.I.10. Causes de l'affaiblissement d'une conduite d'eau potable.

I.15.3. La recherche et la localisation des fuites [11]**I.15.3.1. Localisation par observation directe :**

On peut localiser directement les fuites en se basant sur les observations suivantes :

- Les déformations de la chaussée, des bordures et des trottoirs ainsi que les bruits audibles près des bornes d'incendie sont d'autres indices pertinents.
- Les observations de citoyen.
- L'observation visuelle en surface.
- Pour les fuites les plus importantes, des remontées de bassin d'égout.

I.15.3.2. La sectorisation

L'isolation temporaire et la mesure du débit de nuit de secteurs constituent un moyen très efficace d'identifier les groupes de conduites présentant des fuites

I.15.3.3. L'écoute de la fuite :

C'est la plus ancienne des méthodes de détection et de localisation des fuites. L'écoute est facilitée par un équipement qui capte le bruit émis par la fuite et le transmet amplifié à l'oreille du dépisteur.

I.15.4. Les trois bruits de la fuite

Le premier bruit tire son origine de la vibration de l'orifice de la fuite dans la conduite. La fréquence de ce bruit se situe dans la gamme 500 à 800 Hz. Les deux autres bruits se situent plutôt dans la gamme de 20 à 250 Hz, le premier correspond à l'impact du jet d'eau sur le sol et le second à la circulation de l'eau dans le sol. Les deux derniers bruits sont présents dans le voisinage immédiat de la fuite. Ils pourront être utilisés pour la localisation précise de la fuite.

I.15.5. La transmission du bruit de la fuite

Plusieurs facteurs effectuent la transmission du bruit ou son écoute :

L'amortissement du bruit augmente avec le diamètre de la conduite.

Le type de matériaux de la conduite affecte la vitesse de propagation.

Pour une écoute au sol, l'amortissement augmente avec la profondeur de la conduite.

La présence de bruits d'origine hydraulique (vannes de réduction de pression) ou mécanique (Pompe) peut gêner considérablement l'écoute.

I.15.6. La détection et la localisation des fuites

Plusieurs méthodes sont utilisées pour détecter et localiser une fuite. La plus utilisée dans les détecteurs industriels est la méthode de corrélation acoustique. Cette dernière se base sur le signal de fuite qui se propage de part et d'autre de la fuite. Deux hydrophones sont placés sur deux bouches d'incendie. Connaissant la distance entre les deux bouches d'incendie et en estimant le temps de retard entre les deux signaux acoustiques par autocorrélation on peut déterminer la position de la fuite par rapport à l'un des deux capteurs. D'autres techniques sont également utilisées telle que la technique qui utilise le gaz traceur **Figure (I.11)**.



Fig.1.11. Méthode du gaz traceur

La thermographie qui se base sur les caméras infrarouges **Figure (I.12)** [12].

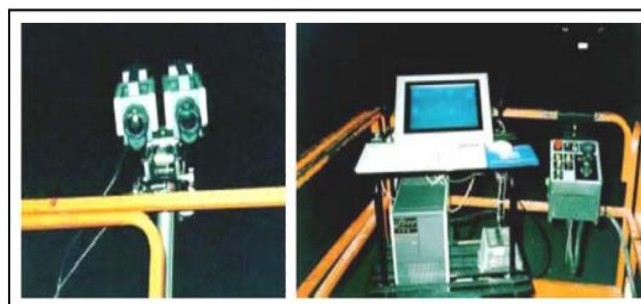


Fig.I.12. Méthode de la thermographie

Et la technique GPR (radar) mais ces méthodes sont très coûteuses, complexes et non pas été appliquée réellement [12].

I.15.7 Localisation par autocorrélation

L'une des méthodes les plus utilisées dans ce domaine est la localisation par autocorrélation.

En traitement des signaux, il est souvent nécessaire de comparer deux signaux, ceci peut se faire de plusieurs manières. Une méthode possible, dont on fait grand usage, est de décaler l'un des signaux (stationnaire et ergodique), par rapport à l'autre, et de mesurer leur similitude en fonction du décalage. C'est la fonction de corrélation. On distingue l'autocorrélation et l'intercorrélation :

- L'autocorrélation consiste à comparer une fonction $S(t)$ avec elle-même, durant un intervalle de temps, dont l'une est décalée d'une certaine valeur τ .

- L'intercorrélation remplacée parfois par corrélation mutuelle ou corrélation croisée (en anglais : Cross corrélation) consiste à comparer deux fonctions différentes $S(t)$ et $Y(t)$ dont l'une est décalée d'une certaine valeur τ .

On a énuméré les différentes étapes et opérations intervenant dans le calcul d'une fonction de corrélation de la manière suivante :

-On a décalé le signal audio d'une certaine quantité τ .

- Le produit de deux signaux est effectué échantillon par échantillon pour toutes les valeurs de la fonction de corrélation.

- Les valeurs ainsi obtenues sont additionnées pour obtenir une valeur de la fonction de corrélation.

✓ Fonction d'autocorrélation :

Soit $S(t)$ un processus aléatoire réel et stationnaire ; on distingue :

- Fonction d'autocorrélation statistique : La fonction d'autocorrélation statistique est définie comme l'espérance mathématique du produit de $S(t)$ et $S(t + \tau)$.

$$\Gamma_{ss}(\tau) = E[S(t)S(t+\tau)] \quad (I.1)$$

- Fonction d'autocorrélation temporelle : La fonction d'autocorrélation temporelle est donnée par la valeur moyenne temporelle du produit de $S(t)$ et $S(t + \tau)$:

$$\Gamma_{ss}(\tau) = \overline{S(t) S(t + \tau)} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{+\frac{T}{2}} S(t)S(t + \tau) dt \quad (I.2)$$

D'une manière générale, la fonction d'autocorrélation est définie comme suit :

$$\Gamma_{SS}(\tau) = E[S(t) S(t+\tau)] = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{+\frac{T}{2}} S(t) S(t + \tau) dt \quad (I.3)$$

✓ **Fonction d'intercorrrelation :**

Soient deux processus aléatoires réel, stationnaires et ergodiques S(t) et Y(t), on distingue :

- **Fonction d'intercorrrelation statistique :** La fonction d'intercorrrelation statistique est définie comme l'espérance mathématique du produit de S(t) et Y(t + τ).

$$\Gamma_{SY}(\tau) = E[S(t) Y(t+\tau)] \quad (I.4)$$

Fonction d'intercorrrelation temporelle : La fonction d'intercorrrelation temporelle est donnée par la valeur moyenne temporelle de produit de S(t) par Y(t + τ).

$$\Gamma_{SY}(\tau) = E[S(t) Y(t+\tau)] = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{+\frac{T}{2}} S(t) Y(t + \tau) dt \quad (I.5)$$

-Corrélation acoustique :

L'application de cette technique est effectuée par le système ou les signaux acoustiques de ce bruit recueilli en A et B **Figure (I.13)** comportant, en plus du bruit de fuite des bruits parasites, $N_1(t)$ en A, $N_2(t)$ en B

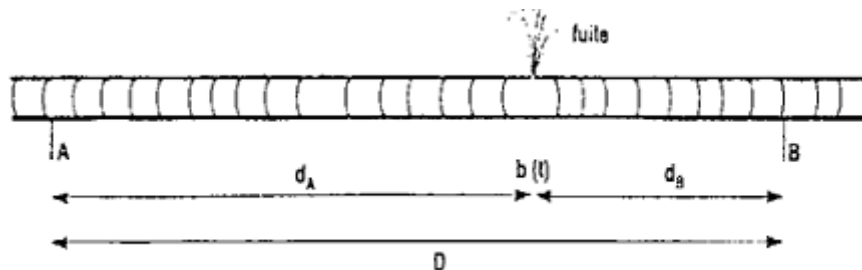


Fig.I.13. Paramètres du calcul de la position de la fuite

Ces bruits, en général gaussiens, ne sont ni Corrélés entre eux ni avec A(t) et B(t). On aura donc :

$$S_A(t) = A(t) + N_1(t) = \alpha_A b(t - \frac{d_A}{c}) + N_1(t) \quad (I.6)$$

$$S_B(t) = B(t) + N_2(t) = \alpha_B b(t - \frac{d_B}{c}) + N_2(t) \quad (I.7)$$

Avec α_A et α_B coefficients de diffusion compris entre 0 et 1. "C" étant la vitesse de propagation dans la conduite. Cette vitesse dépend de plusieurs paramètres de la conduite. L'intercorrrelation entre S_A et S_B est :

$$\begin{aligned} \Gamma_{AB} &= E[S_A(t)S_B(t-\tau)] \\ &= E[(\alpha_A b(t - \frac{dA}{c}) + N_1(t))(\alpha_B b(t - \frac{dB}{c} - \tau) + N_2(t))] \\ \Gamma_{AB} &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{+\frac{T}{2}} [(\alpha_A b(t - \frac{dA}{c}) + N_1(t))(\alpha_B b(t - \frac{dB}{c} - \tau) + N_2(t))] dt \end{aligned} \tag{I.8}$$

Soit, en raison des hypothèses ci-dessus et en supposant les erreurs d'estimation négligeables :

$$\Gamma_{AB}(\tau) = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \Gamma_{AA}(\tau - \tau_0) \tag{I.9}$$

Avec :

$$\tau_0 = \frac{dA - dB}{c} \tag{II.10}$$

$\Gamma_{AB}(\tau)$ est donc, au coefficient $\alpha = \frac{\alpha_B}{\alpha_A}$ près la fonction d'autocorrélation de

$S_A(t)$, tradatée de τ_0 . **Figure (I.14).**

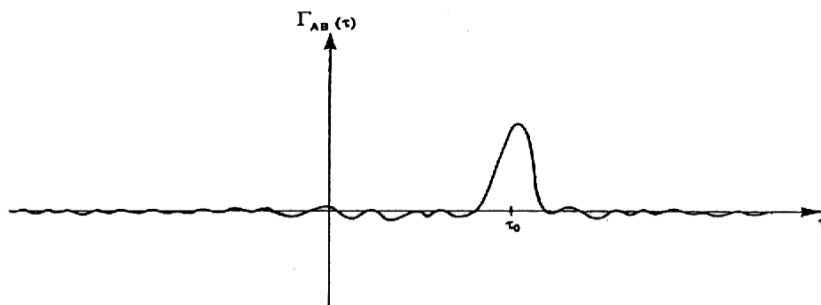


Fig.I.14. Fonction d'autocorrélation

I.16. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale un réseau d'alimentation en eau potable, ainsi que les types de conduites de distribution, et l'objectif de ces réseaux. On a exposé les différents réseaux de distribution et nous avons décrit les éléments de réseau. Les choix de conduites, et les types de matériaux sont éclairci. On a défini les problèmes rencontrés dans un réseau d'AEP et sa gestion, enfin nous avons traité les fuites et leur causes principales, et les méthodes qui sont utilisées pour leur détection. Pour l'acquisition des signaux de fuite on a opté à utiliser la carte le DSK TMS320C6713 qui fera l'objet de notre étude dans le prochain chapitre.

Chapitre II :
Description et
développement Des
projets avec la carte
TMS320C6713DSK

II.1. Introduction

Le nombre et la variété de produits comprenant une forme de traitement numérique du signal ont considérablement augmenté au cours de ces dernières années. Sans équivoque, le DSP est l'un des éléments clés de la nouvelle technologie dans des domaines d'application en croissance rapide tels que les communications sans fil, le traitement audio et vidéo et le contrôle industriel. Il est judicieux de dire que le DSP est devenu un composant clé dans de nombreux produits grand public, de communication, médicaux et industriels qui implémentent le traitement du signal à l'aide de microprocesseurs, de FPGA (Field Programmable Gate Arrays), de circuits intégrés personnalisés, etc. En raison de la popularité croissante des applications mentionnées ci-dessus, la variété des processeurs DSPs s'est considérablement étendue. Autrement dit les DSPs sont des processeurs ou des micro-ordinateurs dont le matériel, les logiciels et les jeux d'instructions sont optimisés pour les applications de traitement numérique à grande vitesse. C'est un élément essentiel pour le traitement de données numériques, représentant des signaux analogiques en temps réel. A vrai dire les processeurs DSP ont gagné en popularité en raison des divers avantages tels que la capacité de reprogrammation à tout moment, la rentabilité, la vitesse, l'efficacité énergétique, etc. Dans ce chapitre L'étude se focalisera sur le la carte DSK 6713 de Texas Instrument et son processeur TMS320C6713. L'architecture et les périphériques qui lui sont associés seront également discutés. La création d'un projet dans CCS (code composer studio) qui est un environnement de développement intégré et qui permet de programmer les processeurs embarqués de chez TI est également traité.

II.2. Famille des processeurs TMS320C6x

Les processeurs de signaux numériques tels que la famille de processeurs TMS320C6x (C6x) sont des microprocesseurs spéciaux rapides avec un type d'architecture spécialisé et un jeu d'instructions approprié pour le traitement du signal. La notation C6x est utilisée pour désigner un membre de la famille de processeurs de signaux numériques TMS320C6000 de Texas Instruments (TI). L'architecture du processeur de signal numérique C6x est très bien adaptée aux calculs numériques intensifs. Basé sur une architecture VLIW (très long-instruction-word), le C6x est considéré comme le processeur le plus puissant de TI. Les processeurs de signaux numériques sont utilisés pour une large gamme d'applications, des communications et commandes au traitement de la parole et de l'image. Le processeur de signal numérique à usage général domine les applications des communications (cellulaires). Les applications des processeurs de signaux numériques embarqués sont dominées par les produits de consommation. On les trouve dans les téléphones cellulaires, les télécopieurs / modems, les lecteurs de disque, la radio, les imprimantes, les appareils auditifs, les lecteurs MP3, la télévision haute définition (HDTV), les appareils photo numériques, etc. Ces processeurs sont devenus les produits de choix pour un grand nombre d'applications grand public,

Car elles sont devenues très rentables. Elles peuvent gérer différentes tâches, car elles peuvent être facilement reprogrammées pour une application différente. Par exemple, les modems et la reconnaissance

vocale peuvent être moins coûteux en utilisant les techniques DSP. Les processeurs DSP sont principalement orientés vers le traitement du signal en temps réel. Le traitement en temps réel nécessite que le traitement suit le rythme de certains événements externes, alors que le traitement en temps déferé n'a pas une telle contrainte de synchronisation. L'événement externe à suivre est généralement l'entrée analogique, alors que les systèmes analogiques sont considérés avec une électronique discrète. Les composants tels que les résistances peuvent être plus sensibles aux changements de température, les systèmes basés autour d'un DSP sont moins affectés par les conditions environnementales. Les processeurs DSP bénéficient des avantages des microprocesseurs. Ils sont faciles à utiliser, flexibles et économiques.

Ces processeurs sont devenus les produits de choix pour un certain nombre d'applications grand public, car ils sont devenus très rentables. La plateforme TMS320C6000 des processeurs de signaux numériques fait partie de la famille TMS320 de TEXAS INSTRUMENTS (TI). Elle comporte les processeurs TMS320C62x à arithmétique fixe et TMS320C67x à arithmétique flottante. Le TMS320C6713 est considéré comme le membre le plus performant de la catégorie C67x, son architecture VLIW lui permet le traitement par paquets de huit instructions en parallèle par huit unités fonctionnelles. Avec une performance jusqu'à 4800 millions instructions par second (mips) et un compilateur C effectif, les DSPs TMS320C6000 donnent à l'architecte du système, une possibilité illimitée de différencier son produit d'un autre. La haute performance, et les prix accessibles, font de la plateforme TMS320C6000 l'idéale solution pour les projets multi canal, qui veut dire les demandes multifonctions tel que :

- Stations de base de la ligne locale sans fil.
- Serveurs à accès à distance (RAS).
- Ligne d'abonnement Numérique des systèmes (DSL).
- Modems câblés.
- Systèmes de la téléphonie multivoies.

La plateforme TMS320C6000 est aussi une solution idéale pour exciter des nouvelles applications, par exemple :

- Protection de maison personnalisée avec type de caractère et reconnaissance de main 'empreinte digitale'.
- Contrôle avancée des croisières avec navigation GPS afin d'éviter les accidents.
- Diagnostics médicaux éloignés.
- Faisceau-formant stations de base.
- Reconnaissance vocale.
- Audio.
- Radar.

- Conception des modèles atmosphériques pour le control des météos [12].

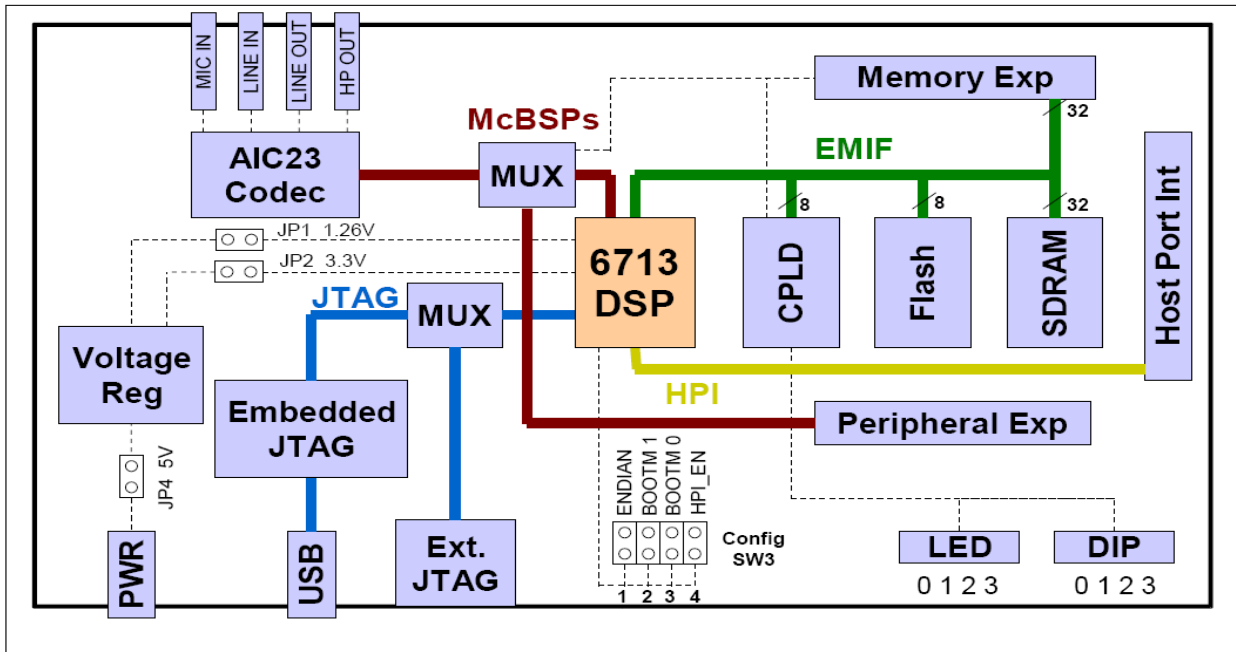


Fig.II.1. Block diagramme simplifié de TMS320C6713 DSK

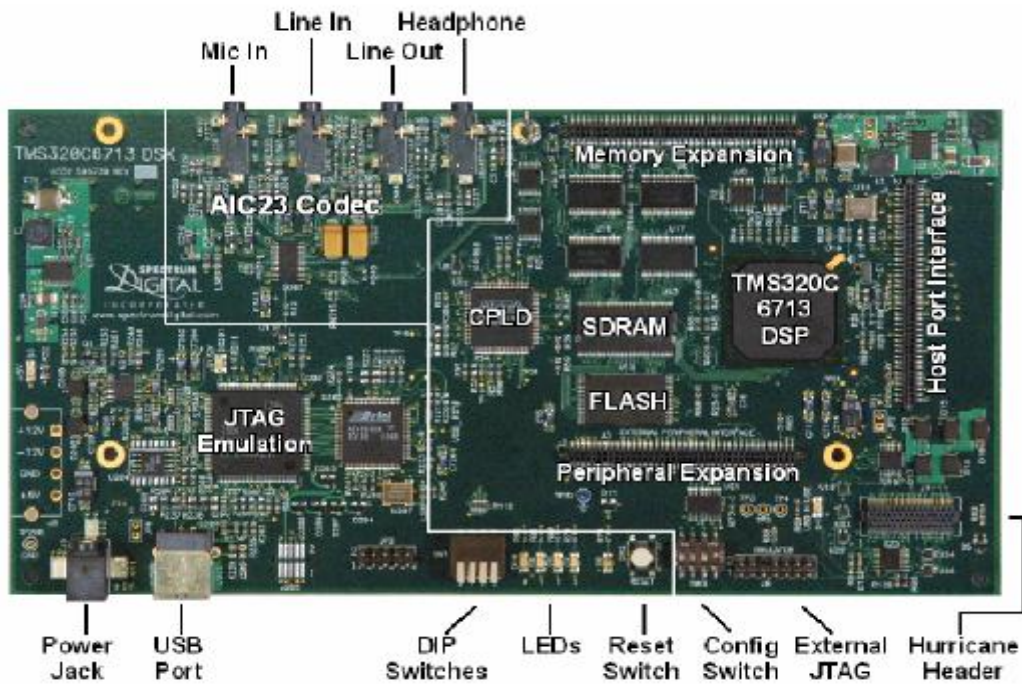


Fig.II.2. La carte DSK TMS320C6713

II.3. Caractéristiques principales du TMS 320C6713

Le C6713 DSK est une plateforme de développement autonome bas-prix qui permet aux utilisateurs, d'évaluer et de développer des applications pour la famille des DSPC67xx de TI **Figure (II.1)**. Le DSK sert aussi comme matériel référence pour le DSP TMS320C6713 [13].

Dans notre cas, le DSP est monté sur une carte Starter Kit de Texas Instrument munie des éléments suivants

Figure (II.2) :

- DSP TMS320C6713 fonctionnant à 225 MHz.
- Un convertisseur audio bidirectionnel de type « **Codec** » stéréo de 16 bits (AIC23).
- Quatre (4) connecteurs permettent des entrées et des sorties analogiques :
 - MIC IN : entrée de microphone
 - LINE IN : entrée analogique “ligne”
 - LINE OUT : sortie analogique “ligne”
 - HEADPHONE : sortie écouteurs/casque (multiplexée avec l’entrée ligne).
- 16 MO de SDRAM.
- 512 KO de mémoire flash (256 KO pour une configuration par défaut).
- Configuration de la carte par programmation du CPLD.
- Deux connecteurs de 80 broches permettent des extensions de périphériques et mémoire externes.
- Quelques interfaces adressables telles que :
 - 4 LED et 4 interrupteurs (DIP switches).
 - des ports standard pour cartes filles.
 - un émulateur JTAG embarqué.
 - une interface USB avec l’ordinateur hôte.
 - Une alimentation externe très simple (+5V) [14].

II.4. Architecture générale du starter KIT TMS 320C6713

II.4.1. Le Processeur

Les DSP TMS320C6713 composent la génération à point flottant dans la plateforme de DSP TMS320C6000™. Le dispositif C6713, basé sur l'architecture à rendement élevé et avancée du VLIW ‘mot d'instruction très long’ ‘Very Long Instruction Word’, et développé par Texas Instruments fait de ce DSP un excellent choix pour les applications multicanaux et multifonctions. Fonctionnant à 225 mégahertz, le C6713 fournit jusqu'à 1350 millions d'opérations à point flottant par seconde (MFLOPS), 1800 millions d'instructions par seconde (MIPS), et avec le point flottant fournit aux multiplicateurs ‘multiplier-accumuler’ jusqu'à 450 millions d'opérations par seconde (MMACS) [13].

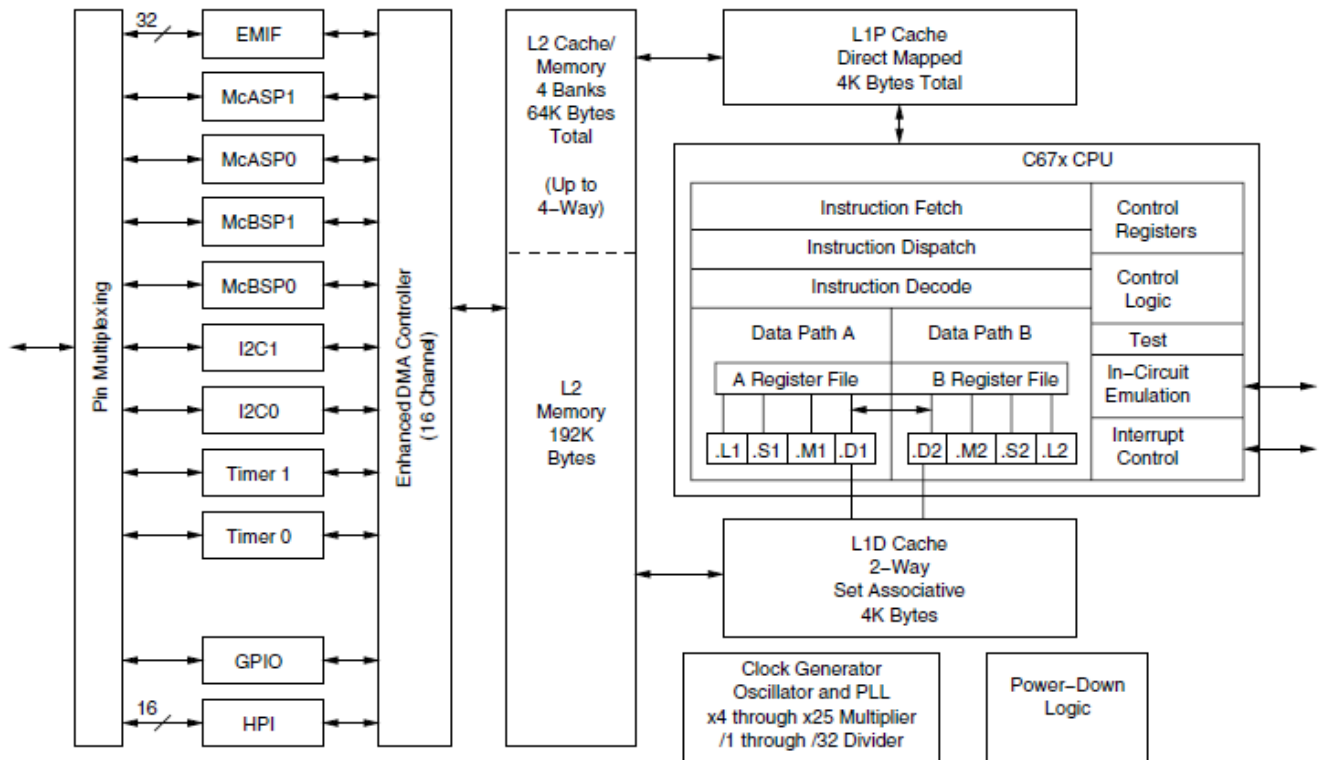


Fig.II.3. Schéma de bloc fonctionnel et CPU

Le C6713 emploie une architecture cache à deux niveaux, et a un ensemble puissant de divers périphériques **Figure (II.3)**. La mémoire cache programme du niveau 1 (L1P) est une cache de 4K-Octet, et la mémoire cache de données du niveau 1(L1D) est une cache de 4KByte bidirectionnelle. La mémoire du niveau 2 ou la cache (L2) se compose d'un espace mémoire 256K-Octet, partagé entre le programme et l'espace de données. Les 64K octets des 256K octets dans la mémoire L2 peuvent être configurés en tant que mémoire cache, mémoire subdivisée ou la combinaison des deux. Les octets 192K restant dans L2 sert comme SRAM subdivisée. Le C6713 possède un périphérique riche qui inclut :

- Deux (McASP) ‘ports série audio multicanales ‘ ‘multi channel audio serial port’.
- Deux ports série protégées multicanales (McBSP) ‘ ‘multi channel buffered serial port’.
- Deux bus (I2C) ‘Inter-Intégrés - Circuit’.
- Un module à usage universel réservé aux entrée-sortie (GPIO) ‘ General-Purpose- Input/Output
- Deux temporisateurs à usage universel,
- Une interface (HPI) ‘ ‘ Host Port Interface ‘.
- Une interface mémoire externe (EMIF) ‘ ‘External Memory Interface ‘ ‘ incluant SDRAM, SBSRAM, et périphériques asynchrones. Le port série prend en charge le multiplexage temporel sur chaque broche de 2 à 32 intervalles de temps.

Le C6713 a une bande passante suffisante pour prendre en charge les 16 broches de données série transmettant un signal stéréo de 192 kHz. Les données série dans chaque zone peuvent être transmises et

reçues sur plusieurs broches de données série simultanément et formatées dans une multitude de variations du format PhilipsInter-IC Sound (I2S). De plus, l'émetteur McASP peut être programmé pour produire simultanément plusieurs canaux de données codés S / PDIF, CEI60958, AES-3, CP-430, avec une seule RAM contenant l'implémentation complète des données utilisateur et des champs d'état des canaux. Le McASP fournit également des fonctionnalités étendues de vérification des erreurs et de récupération, telles que le circuit de détection de mauvaise horloge pour chaque horloge maître haute fréquence qui vérifie que l'horloge maître est dans une plage de fréquence programmée. Les deux ports I2C du TMS320C6713 permettent au DSP de contrôler facilement les périphériques et de communiquer avec un processeur hôte. De plus, le port série à tampon multicanal standard (McBSP) peut être utilisé pour communiquer avec des périphériques en mode interface périphérique série (SPI). Le dispositif TMS320C6713 a deux modes de démarrage : à partir de HPI ou à partir de la mémoire asynchrone externe ROM. La génération TMS320C67x DSP est prise en charge par l'ensemble d'outils de développement de référence de TI eXpressDSP, y compris un compilateur C / C ++ hautement optimisé, l'environnement de développement intégré (IDE) Code Composer Studio, l'émulation basée sur JTAG et le débogage en temps réel, et le DSP/BIOS kernel.

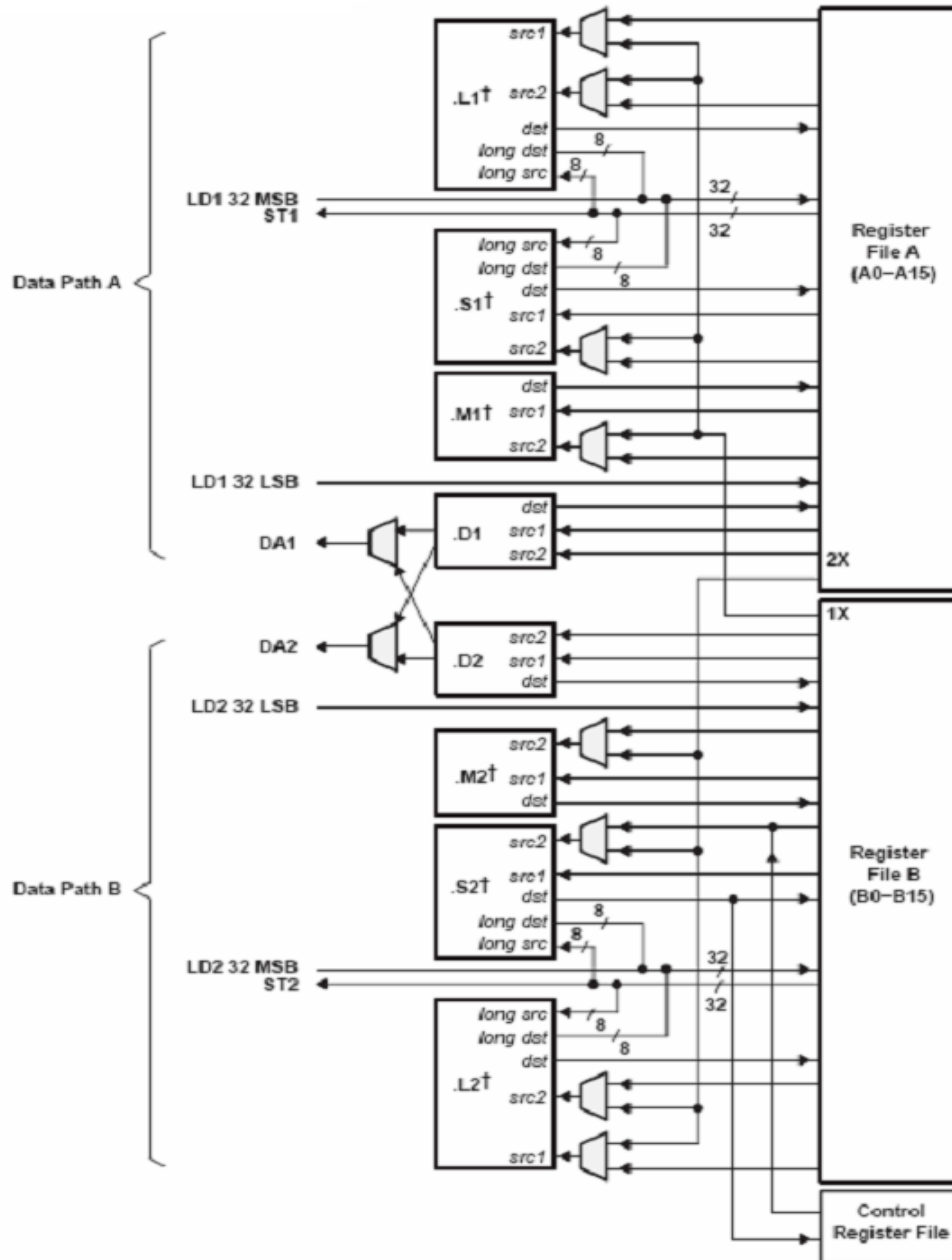


Fig.II.4. TMS320C6713 CPU Data path

La Figure II.4 montre les deux « datapaths » (voies accès de donnée) du TMS320C6713 et apparaissent :

- Les deux fichiers de registres (A et B).
- Les huit unités (L1, L2, M1, M2, S1, S2, D1, et D2).
- Les deux voies de chargement depuis la mémoire LD1 et LD2 (LD = Load).
- Les deux voies de stockage vers la mémoire ST1 et ST2 (ST=store).
- Deux croisements (Register file cross paths) entre les fichiers de registre 1X et 2X.
- Deux chemins d'adresse de données (data adresse paths) DA1 et DA2

A. Unité de contrôle de programme

Elle est constituée des éléments suivants :

- Unité "fetch" programme : Elle a pour rôle récupérer les programmes. Cette opération se déroule en quatre phases
 - Phase PG: l'adresse du code est générée.
 - Phase PS : l'adresse est envoyée à la mémoire.
 - Phase PW: l'attente de lecture du code de la mémoire.
 - Phases PR : la lecture du code.
- Unité de décodage est composée de deux phases :
 - Phase DP: envoyer toutes les instructions dans FP aux unités fonctionnelles appropriées
 - Phase DC: décodage des instructions.
- Unité d'exécution qui est composée de 6 phases pour les processeurs avec point fixe et à 10 phases pour les processeurs à virgule flottante en raison des éléments suivants :
 - Instruction de multiplication, qui se compose de deux phases en raison d'un retard.
 - Instruction de chargement, qui se compose de cinq phases en raison de quatre retards.
 - Instruction de branchement, qui se compose de six phases en raison de cinq retards.

Tableau II.1. Phases du pipeline

Programme fetch				Décoder		Exécuter
PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1-E6 (E1-E10 pour la double précision)

Tableau II.2. Effets de pipeline

Cycle d'horloge											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1	E2	E3	E4	E5	E6
	PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1	E2	E3	E4	E5
		PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1	E2	E3	E4
			PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1	E2	E3
				PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1	E2
					PG	PS	PW	PR	DP	DC	E1
						PG	PS	PW	PR	DP	DC

B. Unités fonctionnelles

Le CPU contient huit unités fonctionnelles divisées en deux parties 1 et 2. Leurs fonctions sont les suivantes : - Unités .M1 et .M2 : Ces unités sont dédiées à la multiplication. - Unités .L1 et .L2 : ces unités sont dédiées à l'arithmétique et la logique. - Unités .D1 et .D2 : ces unités sont dédiées au chargement, la sauvegarde et calcul d'adresse. - Unités .S1 et .S2: ces unités sont dédiées pour le décalage de bit, l'arithmétique, la logique et le branchement.

Tableau II.3. Description détaillée unités fonctionnelles du TMS320C6713

Unite fonctionnelle	Description
L unite (.L1, .L2)	Opérations arithmétiques 32/40 bit et operations de comparaison. Comptage le plus à gauche des 1,0, sur 32 bits Comptage de normalisation sur 32 et 40 bits. Opérations logiques sur 32 bits Opérations arithmétiques 32/64-bits IEEE à virgule flottante. Conversions virgule flottante/ virgule fixe.
S unite (S1, S2)	Opérations arithmétiques sur 32 bit. Décalage sur 32/40 bits et opérations sur un champ de 32-bits. Opération logiques sur 32 bits. Branchements. Génération des constantes. Enregistrer les transferts à/vers le fichier du registre de contrôle. Opérations de comparaison sur 32/64 bits IEEE à virgule flottante. Calcul de l'inverse et la racine carree sur 32/64 bits IEEE à virgule flottante. Approximation réciproque.
M unite (M1, M2)	Multiplications sur 16 x 16 bits. Multiplications sur 32 x 32 bits. Multiplications IEEE à virgule flottante simple précision (32bit). Multiplications IEEE à virgule flottante double precision (64bit).
D unitev (D1,D2)	Addition et soustraction sur 32 bits , ,calcul d'adresse linéaire et circulaire.

C. Registres

Le CPU contient 32 registres de 32 bits divisés en deux blocs égaux : Fichier de registres A (AO-A15) et fichier de registres B (BO-B15), leurs fonctions sont réparties comme suit :

- Les registres A1-A2 et BO-B1-B2 sont utilisés comme registres conditionnels.
- Les registres A4-A7 et B4-B7 sont exploités pour l'adressage circulaire.
- Les registres AO-A9, BO-B2 et B4-B9 sont également utilisés comme registres temporaires.
- Les registres A10-A15 et B10-B15 sont utilisés pour la sauvegarde et la restitution de données d'un sous-programme.

À ces 32 registres s'ajoutent les registres de contrôles et d'interruptions.

II.4.2. Cartographie de mémoire

La **Figure (II.5)** montre l'espace adressable de la famille TMS 320c67xx. Le code de programme et de données peut être placé n'importe où dans l'espace d'adressage unifié. L'EMIF a 4 régions d'adresse séparées (CE0-CE3). La SDRAM occupe CE0, le flash CE1, le CPLD CE2 et CE3 sont généralement réservés pour La carte fille ' daughtercards '.

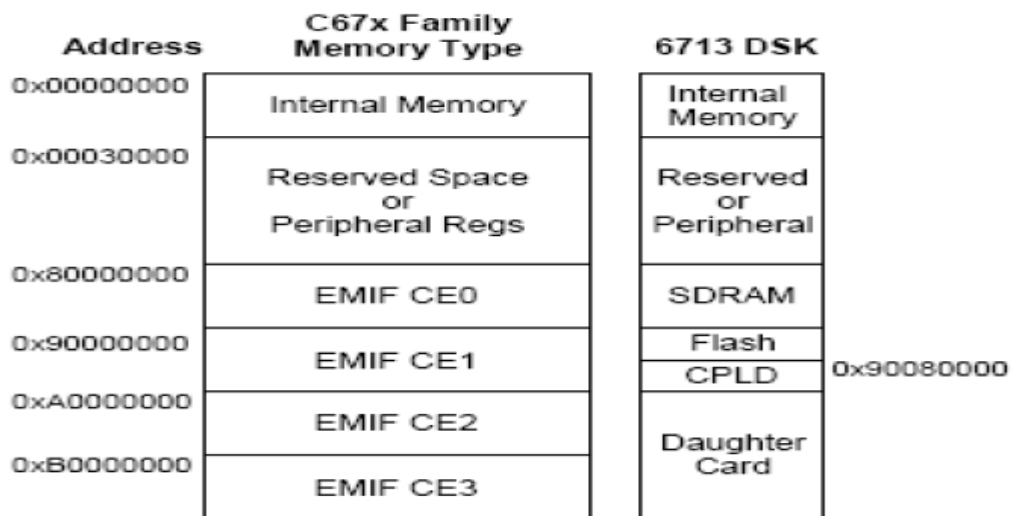


Fig.II.5. Schéma de cartographie de mémoire.

Les banques de mémoire indépendantes sur la C6x permettent deux accès de mémoire dans un cycle d'instruction. Deux banques de mémoire indépendantes sont accessibles via deux bus indépendants. Puisque la mémoire interne est organisée en banques de mémoire, deux chargements ou deux stockages d'instructions peuvent être exécutés en parallèle. Aucun conflit ne se produira si les données accédées sont dans différentes banques de mémoire.

Les bus séparés pour le programme, les données et l'accès direct à la mémoire (DMA) permettent au processeur C6x d'effectuer en parallèle, les opérations « program fetch », lecture et écriture de données, et DMA. Avec les données et les instructions se trouvant dans des espaces mémoire séparés, l'accès aux mémoires simultanément est possible.

L'espace mémoire du C6x est adressable par octet. La mémoire interne est organisée en deux espaces distincts : un pour le programme et l'autre pour les données, avec deux ports internes de 32 bits pour accéder à la mémoire interne. [15]

Tableau II.4. Organisation de la mémoire

Memory Block Description	Block Size (Octets)	Hexa Adresse Range
Internal RAM (L2)	192K	0000 0000–0002 FFFF
Internal RAM/cache	64K	0003 0000–0003 FFFF
Reserved	24M–256K	0004 0000–017F FFFF
External memory interface (EMIF) registers	256K	0180 0000–0183 FFFF
L2 registers	128K	0184 0000–0185 FFFF
Reserved	256K	0186 0000–0187 FFFF
HPI registers	256K	0188 0000–018B FFFF
McBSP 0 registers	256K	018C 0000–018F FFFF
McBSP 1 registers	256K	0190 0000–0193 FFFF
Timer 0 registers	256K	0194 0000–0197 FFFF
Timer 1 registers	256K	0198 0000–019B FFFF
Interrupt selector registers	4	019C 0000–019C 01FF
Device configuration registers	4	019C 0200–019C 0203
Reserved	256K–516	091C 0204–019F FFFF
EDMA RAM and EDMA registers	256K	01A0 0000–01A3 FFFF
Reserved	768K	01A4 0000–01AF FFFF
GPIO registers	16K	01B0 0000–01B0 3FFF
Reserved	240K	01B0 4000–01B3 FFFF
Reserved	16K	01B4 0000–01B4 3FFF
I2C0 registers	16K	01B4 4000–01B4 7FFF
I2C1 registers	16K	01B4 8000–01B4 BFFF
Reserved	16K	01B4 C000–01B4 FFFF
Reserved	16K	01B5 0000–01B5 3FFF

McASP0 registers	160K	01B5 4000–01B7 BFFF
McASP1 registers	8K	01B7 C000–01B7 DFFF
Reserved	264K	01B7 E000–01BB FFFF
PLL registers	256K	01BC 0000–01BF FFFF
Reserved	4M	01C0 0000–01FF FFFF
Emulation registers	52	0200 0000–0200 0033
Reserved	16M–52	0200 0034–02FF FFFF
QDMA registers	720M	0300 0000–2FFF FFFF
Reserved	64M	3000 0000–33FF FFFF
Reserved	64M	3400 0000–37FF FFFF
McBSP0 data port	64M	3800 0000–3BFF FFFF
McBSP1 data port	1M	3C00 0000–3C0F FFFF
Reserved	1M	3C10 0000–3C1F FFFF
McASP0 data port	62M	3C20 0000–7FFF FFFF
McASP1 data port	256M	8000 0000–8FFF FFFF
Reserved 1G +	256M	9000 0000–9FFF FFFF
EMIF CE0*	256M	A000 0000–AFFFFFFF
EMIF CE1*	256M	B000 0000–BFFFFFFF
EMIF CE2*	1G	C000 0000–FFFFFFF
EMIF CE3*		

II.4.3 Registres de contrôle

Le **Tableau II.5** ci-dessous représente les différents registres de contrôle de la famille TMS320c6000

Tableau II.5. Registres de contrôle

Abréviation	Nom de registre	Description
AMR	Addressing mode register	Spécifie s’il faut utiliser l’adressage linéaire ou circulaire pour chacun des huit registres ; contient également des tailles pour l’adressage circulaire
CSR	Control status register	Contient le bit d’activation d’interruption, et autres bits de contrôle et d’état divers
IFR	Interrupt flag register	Afficher l’état de l’interruption
ISR	Interrupt set register	Permet de définir manuellement les interruptions en attente

ICR	Interrupt clear register	Permet d'effacer manuellement les interruptions en attente
IER	Interrupt enable register	Permet d'activer/désactiver des interruptions individuelles
ISTP	Interrupt service table pointer	Pointe vers le début de la table de service d'interruption
IRP	Interrupt return pointer	Contient l'adresse à utiliser pour revenir d'une interruption masquable
NRP	Nonmaskable Interrupt return pointer	Contient l'adresse à utiliser pour revenir d'une interruption non masquable
PCE1	Program counter, E1 phase	Contient l'adresse du paquet de récupération qui est à l'étape du pipeline E1

Les registres additionnels de la sous famille TMS320c67xx sont représentés sur le **Tableau II.6** Suivant :

Tableau II.6. Registres Additionnels de la sous famille TMS320c67xx

Registre		Description
Abréviation	Nom	
FADCR	Floating-point adder configuration register	Spécifie le mode de sous-fleuve, mode arrondi NaNs, et autres exceptions pour l'unité L.
FAUCR	Floating-point auxiliary configuration register	Spécifie le mode de sous-fleuve, mode arrondi NaNs, et autres exceptions pour l'unité S.
FMCR	Floating-point, multiplier configuration register	Spécifie le mode de sous-fleuve, mode arrondi NaNs, et autres exceptions pour l'unité M.

II.4.4 Périphériques du TMS320C6713

Le TMS320C6713 a plusieurs périphériques qui sont :

II.4.4.1. Timers

Les timers permettent de mesurer la durée des événements, de compter des événements, de générer des impulsions, de générer des interruptions CPU et de synchroniser les échanges lors des accès directs à la mémoire. Chaque timer peut être piloté par une horloge interne ou une horloge externe. Il possède chacun une TINPx et une TOUTx.

01940004	01980004	01AC0004	TIMERx_PRD	Contient le nombre d'entrée d'horloge à compter. Ce nombre control la fréquence de TSTAT
01940008	01980008	01AC0008	TIMERx_CNT	Valeur courante du compteur incrémentant

A. Registre de TIMERx_CTL :

La **Figure (II.7)** représente la structure du registre TIMERX_CTL

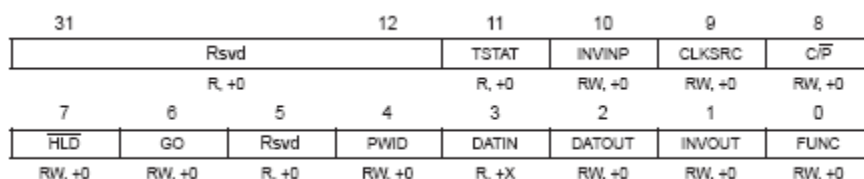


Fig.II.7. Registre TIMERX_CTL

Le **Tableau II.8** suivant fournit une description de registre TIMERX_CTL:

Tableau II.8. Description de registre TIMERX_CTL

Champ	Description
FUNC	Fonction de la broche tout FUNC=0-TOUT est une sortie quelconque FUNC=1-TOUT est la broche de sortie du timer
DATAOUT	Data output FUNC=0-DATAOUT-TOUT FUNC=1-TSTAT est dirigée sur TOUT après inversion par INVOUT
DATIN	Valeur présente sur TINP
GO	Reste et démarre le compteur du trimer GO=0-pas d'effet sur le trimer GO=1-si HLD=1 le registre TIMER_CTR est mis à 0 et compter au coup d'horloge suivent.
HLD	Le compteur doit être lu en regard à la valeur de HLD HLD=0 le compteur est désactivé HLD=1 le compteur est autorisé à compter
C/P	L'horloge /mode impulsion

	C/P=0 mode impulsion TSTAT est activé sur le front : d'horloge CPU après que le timer est atteint la période du timer. PWID détermine quand il revient inactif C/P=1 mode de L'horloge, TSTAT est un signal périodique de rapport cyclique 0.5 où un niveau dure un cycle complet de comptage
PWID	Largeur d'impulsion. Seulement utilise lorsque C/P=0 PWID=0 TSTAT redevient inactif après un seul front d'horloge actif supplémentaire PWID=1 TSTAT devient inactif après deux fronts d'horloge actif supplémentaire
	Time input L'horloge source CLKSRC=0 une horloge externe pilote TINP CLKSRC=1 CPU L'horloge/4
INVINP	TOUT inverser control. (efficace seulement si CLKSRC=0 INVINP=0 TINP pilote le timer INVINP=1 l'inverse de TINP pilote le timer
TSTAT	Timer statut valeur de sortie du timer
INVOUT	TOUT inverser control. Utilise seulement si FUNC=1 INVOUT=0 TSTAT pilote TOUT INVOUT=1 l'inverse de TSTAT pilote TOUT

B. Registre de TIMERx_PRD

La **Figure (II.8)** représente Le registre de TIMERx_PRD contient le nombre de cycle d'horloge de 'timer input' à compter. Ce nombre contrôle la fréquence de TSTAT.

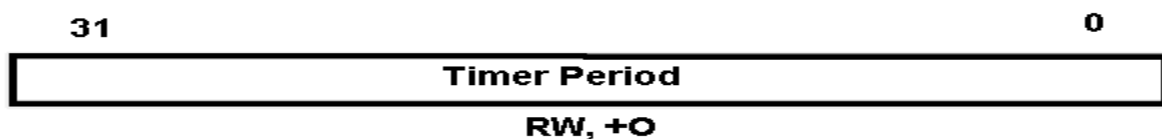


Fig.II.8. Registre TIMERX_PRD

C. Registre de TIMERx_CNT

Le **Figure (II.9)** représente le registre de TIMERx_CNT incrémente quand il lui est permis de compter. Il réinitialise à 0 sur la prochaine CPU chronométrée après que la valeur dans le registre de TIMERx_CNT est atteinte.



Fig. II.9. Registre TIMERX_CNT

II.4.4.2 Le Port d'interface (HOTE) (HPI)

Le port HPI 'Host Port Interface' est un port 16 bits pouvant être adressé directement à la mémoire. L'hôte et le CPU peuvent échanger des informations via une mémoire interne ou externe. Le HPI permet notamment à un processeur « hôte » externe d'effectuer des accès mémoire directes, que celle-ci soit interne ou dans l'espace mémoire du.

La **Figure II.10** représente une interface entre un Host et un C6713. On pourra remarquer que le format des données soit sur 32 bits, le port, lui n'en contient que 16 bits. Le transfert se fera donc en 2 étapes, l'ordre du demi-mot transféré étant repéré par le HWOB du registre HPIC.

Les broches HDS1, HDS2, HR/W et HAS permettent un interfaçage avec un nombre de composant sans ajouts de logique d'interface. [13]

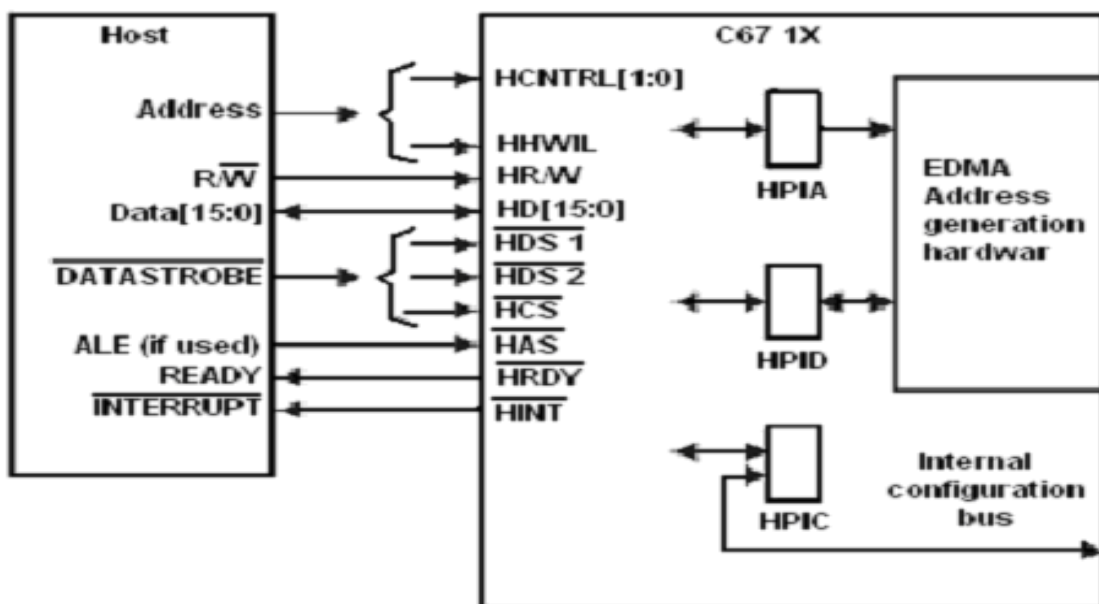


Fig.II.10. Description du module HPI

Les registres de HPI sont utilisés pour la communication entre l'appareil hôte et le CPU. Ceci est montré par le **Tableau II.9** ci-dessous

Tableau II.9. Registres de HPI

Abréviation	Nom de registre	Accès autorisé à l'hôte	Accès CPU	Adresse (HEXA)
HPID	HPI data	R/W	-	-
HPIA	HPI adresse	R/W	-	-
HPIC	HPI contrôle	R/W	RW	01880000

- HPID contient la donnée à échange sur 32 bits.
- HPIA contient l'adresse sur 30 bits donc les deux LSBs (les deux bits de poids faible) ne sont pas utilisés par les HPIA écrit et sont toujours lus comme 0.
- HPIC est normalement le premier registre à accéder à la configuration des bits et à initialiser l'interface.

La Figure (II.11) représente Le HPIC qu'est organisé en deux mots de 16 bits dont l'organisation du point de vue des champs est identique. Lorsque l'hôte écrit, les deux mots doivent être identiques. La CPU seule écrite dans le mot de poids faible.

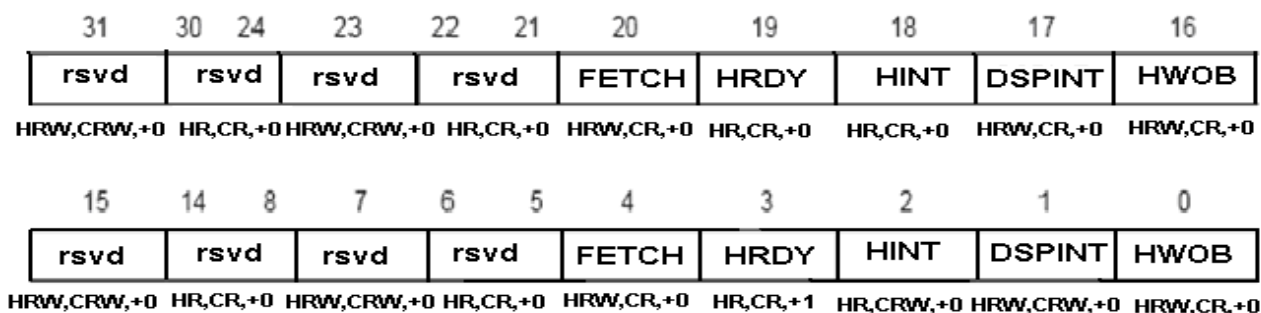


Fig.II.11. Registre HPIC

Le Tableau II.10 fournit une description des champs de HPI.

Tableau II.10. Description des champs de HPI

Champ	Description
HWOB	bit d'ordre de demi-mot Si HWOB=1, le premier mot est le mot de poids faible. Si HWOB=0, le premier mot est le bit de poids fort. Cette propriété est affectée aux données et aux adresses. Seul l'hôte peut modifier ce bit.
DSPINT	Interruption du processeur hôte vers la CPU
HINT	Interruption du DSP vers l'hôte. L'inverse de ce bit détermine la sortie CPUHINT

HRDY	Signal prêt à héberger Si HRDY=0, le bus interne attend une requête d'accès d'une donnée pour finir.
FETCH	Demande de récupération d'hôte la valeur lue par l'hôte ou le CPU est toujours 0. l'hôte écrit un 1 pour effectuer une requête un accès dans HPID à l'adresse pointée par HPIA

II.4.4.3 La liaison série « MCBSP ». (Multi Channel buffered serial port)

Le 6713 contient deux modules de liaison série (McBSP0 et McBSP1). Ces liaisons séries permettent des communications en full-duplex, un flot continu des données, une indépendance dans le timing, le format des données à l'émission et à la réception, une interface directe avec les Codec, CNA/CAN, et une synchronisation par horloge interne ou externe.

Ces liaisons transmettent des données et des informations de contrôle. La communication avec des composants externes se fait en émission et en réception sur des broches différentes.

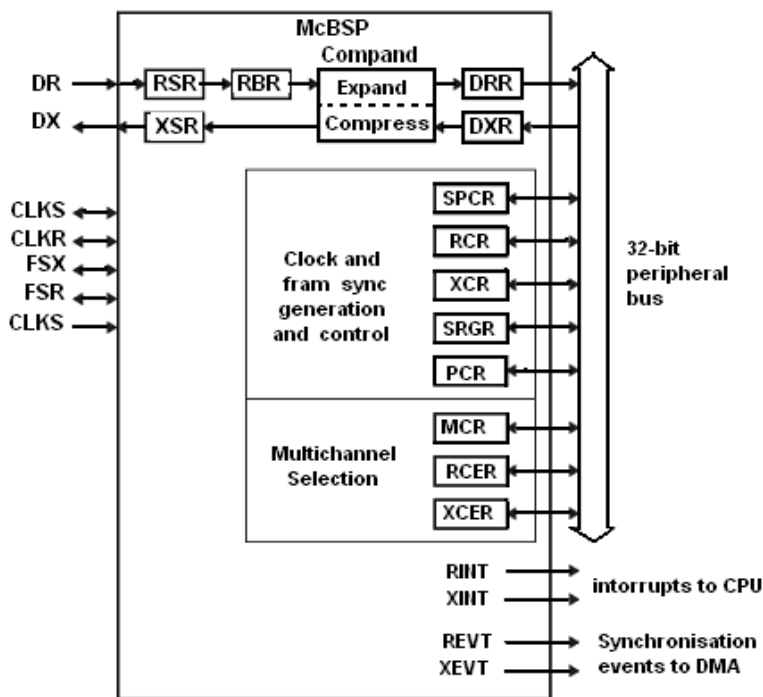


Fig.II.12. Schéma bloc du module « liaison série » du TMS320C6713

Le **Tableau II.11** représente le registre de configuration de McBSP.

Tableau II.11. Registre de configuration de McBSP

McBSP0	McBSP1	Abréviation	Rôle
-	-	RBR	Buffer de réception
-	-	RSR	Buffer de l'horloge de réception
-	-	XSR	Buffer de l'horloge d'émission
018C0000	01900000	DRR	Registre de réception
018C0004	01900004	DXR	Registre d'émission
018C0008	01900008	SPCR	Registre de contrôle du port série
018C000C	0190000C	RCR	Registre de contrôle en réception
018C0010	01900010	XCR	Registre de contrôle en émission
018C0014	01900014	SRGR	Registre de génération des échantillons
018C0018	01900018	MCR	Registre de contrôle des canaux
018C001C	0190001C	RCER	Registre d'autorisation de réception des canaux
018C0020	01900020	XCER	Registre d'autorisation des canaux à l'émission
018C0024	01900024	PCR	Registre de contrôle des broches

Interruption

- RINT est l'interruption générée à la réception.
- XINT est l'interruption générée à l'émission

Le **Tableau II.12** montre les signaux d'interfaces de MCBSP.

Tableau II.12. Signaux d'interface de MCBSP

Broche	I/O/Z	Description
CLKR	I/O/Z	Horloge de réception
CLKX	I/O/Z	Horloge de transmission
CLKS	I	Horloge externe
DR	I	Donnée série en réception
DX	O/Z	Donnée série en émission
FSR	I/O/Z	Synchronisation de trame en réception
FSX	I/O/Z	Synchronisation de trame en transmission

II.4.4.4 L'accès Mémoire en mode direct « EDMA »

Le TMS320c6713 élabore des transferts de donnée depuis un élément interne ou externe en utilisant soit la CPU soit l'EDMA. Typiquement, les transferts depuis les périphériques internes au TMS320C6713 sont faits par l'EDMA libérant ainsi la CPU pour des tâches de calcul.

L'EDMA contient 16 canaux de transmission dont les priorités sont programmables et permet des transferts d'informations depuis la mémoire cache L2, vers les périphériques du TMS320c6713 et vers la mémoire externe.

L'EDMA contient des registres d'évènements et d'interruptions, des encodeurs d'évènement, de la RAM ainsi qu'un module de génération d'adresses. Ceci est illustré par la Figure (II.13) suivante :

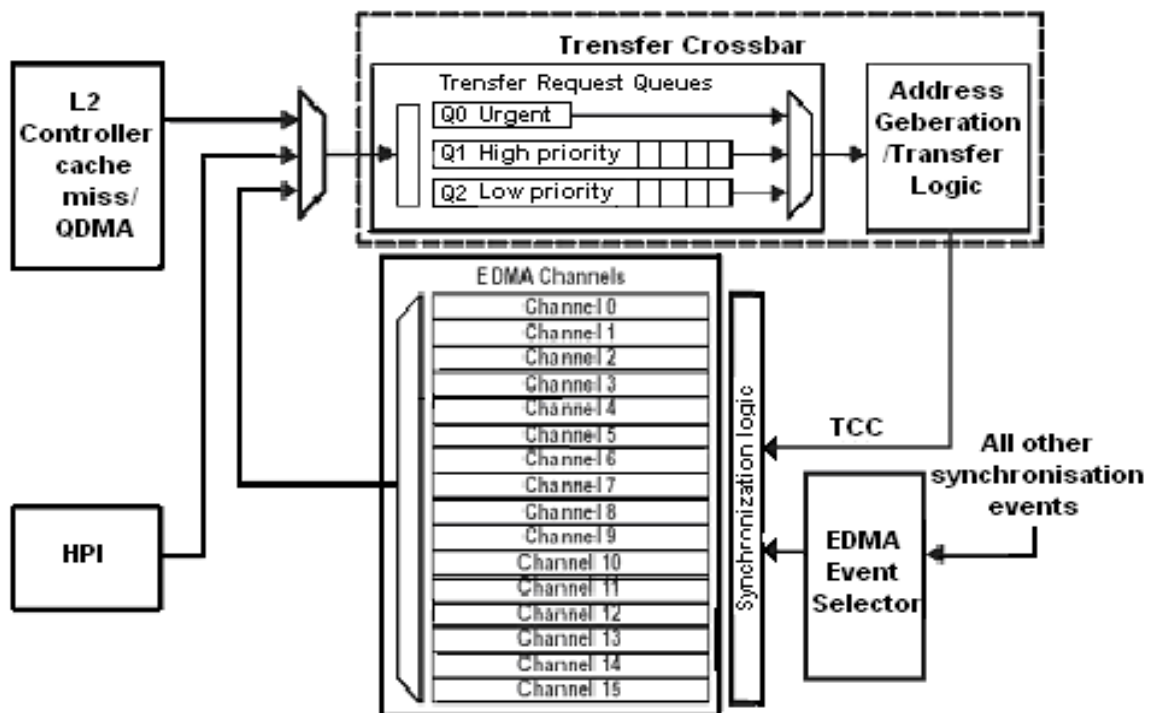


Fig.II.13. Architecture d'EDMA

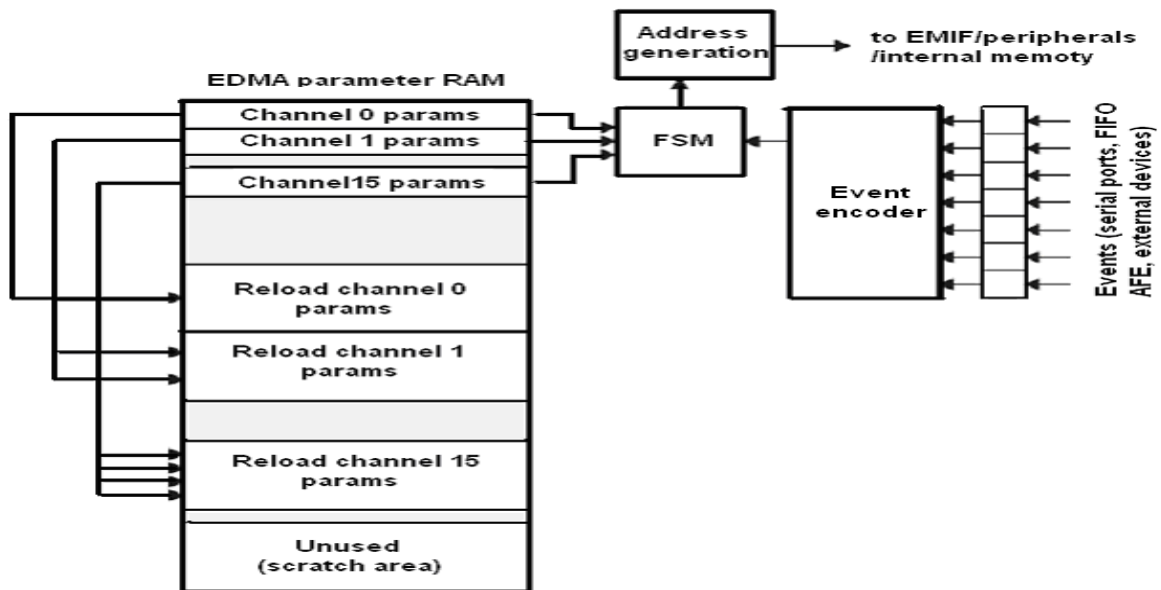


Fig.II.14. Schéma bloc du module EDMA

Les évènements EDMA sont capturés dans le registre d'évènements. Un évènement est un signal de synchronisation qui déclenche un canal EDMA pour démarrer le transfert.

Si plusieurs évènements arrivent en même temps, ils sont traités par priorités par l'encodeur d'évènements. Les paramètres correspondants à un évènement sont enregistrés dans la « RAM paramètre » et sont transmis à la génération d'adresse qui transmet à l'EMIF et/ou aux périphériques, les instructions nécessaires à la lecture et à l'écriture.

Les registres d'EDMA :

Chacun des 16 canaux a des évènements qui lui sont associés. Ces évènements déclenchent le transfert de données en association avec le canal. La liste des registres de contrôle est variable suivant l'évènement.

Tous les évènements sont signalés par un front montant sur l'une des 16 entrées. Un évènement qui apparaît, engendre le positionnement du bit, lui correspondant dans le registre d'évènement (ER). Les registres utilisés sont donnés dans le tableau suivant :

II.4.4.5 L'interface de mémoire externe « EMIF » :

L'interface de mémoire externe du TMS320C6713 permet l'interfaçage avec différents types de composants : SBSRAM, SRAM, RAM, FIFO, EDMA L'EMIF du TMS320C6713 nécessite une horloge externe (ECLKIN) fournie par le système.

L'horloge ECLKOUT est élaborée par l'EMIF et toutes les mémoires externes doivent travailler avec cette horloge.

A. Les signaux de l'EMIF :

Le schéma de la **Figure (II.15)** représente les signaux nécessaires au fonctionnement de l'EMIF.

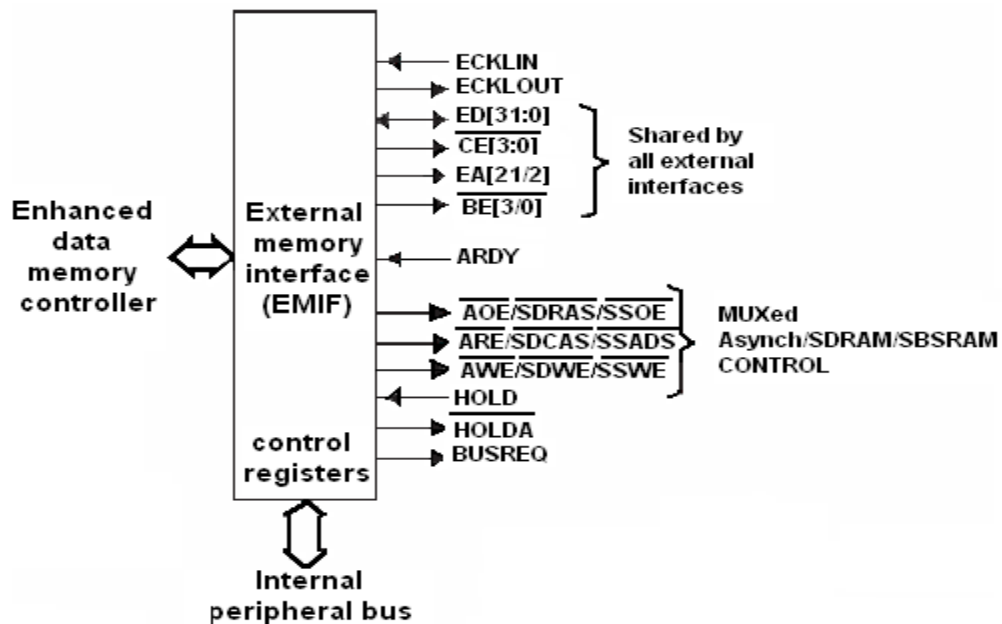


Fig.II.15. Signaux de l'EMIF

B. Description des signaux

Le **Tableau II.13** représente les signaux de l'EMIF

Tableau II.13. Description des signaux de l'EMIF

ECLKIN	I	Entrée d'horloge EMIF. Doit être fourni par le système sur C621x/C671x. éventuellement fourni par le système sur C64x.
ECLKOUT	O	Sortie d'horloge EMIF. Toutes les E/S EMIF sont cadencées par rapport à ECLKOUT.
ED	I/O/Z	E/S de bus de données EMIF 32-bits.
CLKOUT	O	Sortie d'horloge. Fonctionne à la fréquence d'horloge du processeur
CLKOUT	O	Sortie d'horloge. Fonctionne à la 1/2 fréquence d'horloge du processeur. Utilise pour l'interface de mémoire synchrone sur le périphérique du groupe 2.
EA	O/Z	Sortie d'adresse externe. pilote les bits 21-2 de l'adresse d'octet.
CE0	O/Z	Sélection de puce active-basse pour l'espace mémoire CE0
CE1	O/Z	Sélection de puce active-basse pour l'espace mémoire CE1
CE2	O/Z	Sélection de puce active-basse pour l'espace mémoire CE2
CE3	O/Z	Sélection de puce active-basse pour l'espace mémoire CE3

BE	O/Z	L'octet inférieur actif permet. Octet et demi-mots individuels peuvent être sélectionnés pour les cycles d'écriture. Pour les cycles de lecture. L'activation des 4 octets est active
ARDY	I	Prêt. Entrée prête asynchrone active-haut utilisée pour insérer des états d'attente pour les mémoires lentes et les périphériques
AOE	O/Z	Sortie active-basse activée pour l'interface de mémoire asynchrone
AWE	O/Z	Stroboscope d'écriture de sortie active-basse activée pour l'interface de mémoire asynchrone
ARE	O/Z	Stroboscope de lecture de sortie active-basse activée pour l'interface de mémoire asynchrone
SSADS	O/Z	Stroboscope d'adresse active-basse pour l'interface SBSRAM
SSOE	O/Z	Activation du tampon de sortie active-bas pour l'interface SBSRAM
SSWE	O/Z	Activer l'écriture active-bas pour l'interface SBSRAM
SDRAS	O/Z	Stroboscope d'adresse de ligne active-basse pour l'interface SDRAM
SDCAS	O/Z	Stroboscope d'adresse de colonne active-basse pour l'interface SDRAM
SDWE	O/Z	Stroboscope d'activation d'écriture active-faible pour l'interface SDRAM
HOLD	I	Demande de maintien de bus externe actif-bas (3états).
HOLDA	O	Acquittement de maintien de bus externe actif-bas.

C. Registres de l'EMIF

Le **Tableau II.14** représente les registres de l'EMIF

Tableau II.14. Registres de l'EMIF

Adresse (hexa)	Abréviation	Nom de registre
01800000	GBLCTL	EMIF global control
01800004	CE1CTL	EMIF CE1 espace control
01800008	CE0CTL	EMIF CE0 scape control
0180000C	Reserved	
01800010	CE2CTL	EMIF CE2 espace control
01800014	CE3CTL	EMIF CE3 scape control
01800018	DCTL	EMIF SDRAM control
0180001C	SDTIM	EMIF SDRAM refresh control

II.4.5 Structure de la mémoire

Le TMS320C6713 basé sur l'architecture de Harvard modifiée utilise une mémoire externe et une mémoire interne **Figure (II.5)**.

- La mémoire externe occupe les espaces CEO, CE1, CE2, CE3.
- La mémoire interne a une taille de 260 KB qui est décomposée en deux niveaux :
 - Le niveau (L1) est constitué de deux mémoires caches de 4 KB chacune, (L1P) qui est utilisée pour les programmes et (L1D) qui est utilisée pour les données
 - Le niveau (L2) est composé de 256 KB de mémoire partagée entre mémoire des données et mémoire de programmes.

II.5. Composants de la carte

II.5.1 Le Codec AIC23 :

Les entrées et sorties audio sont traitées par un circuit CODEC (AIC23). Les entrées audios sont découplées par une impédance capacitive (couplage AC). Le CODEC échantillonne les Signaux analogiques de l'entrée ligne ou de l'entrée microphone et les convertit en données numériques. Il est également chargé de la reconstitution des signaux de sortie (Sortie ligne ou haut-parleur). Il s'agit donc d'un double convertisseur ADC et DAC. Le CODEC communique avec le processeur via deux canaux de communication séries, l'un pour le control de ces registres interne, l'autre pour envoyer et recevoir les échantillons. Le CODEC est cadencé par une horloge à 12MHz mais on peut diviser ou multiplier cette fréquence en interne et il est possible donc de fonctionner à des fréquences d'échantillonnage telles que 48KHz, 44.1KHz ou 8KHz.[15]

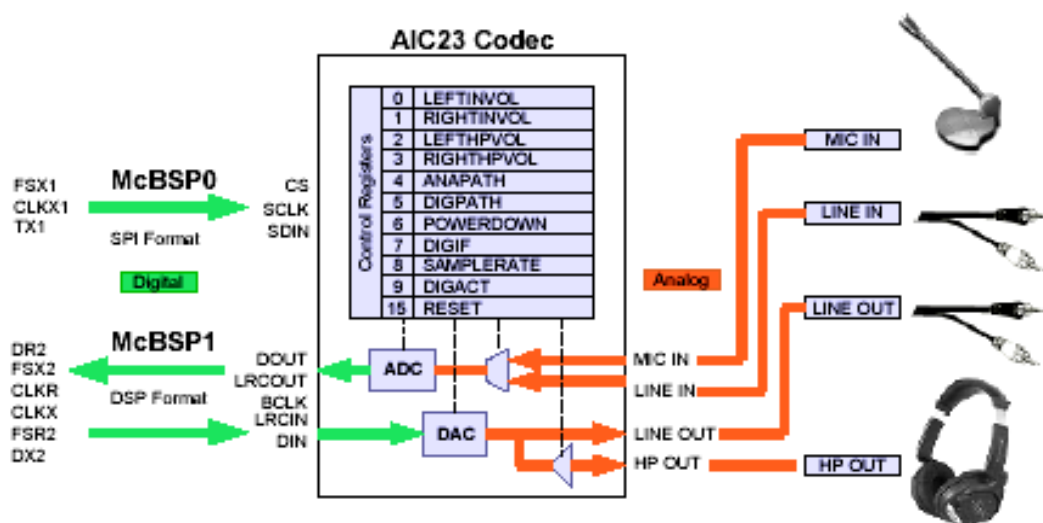


Fig.II.16. Schéma du Codec AIC23

II.5.2 JTAG

Comme tous les processeurs récents, le DSP est équipé d'une **interface JTAG** qui permet, depuis Code Composer Studio exécuté sur un PC, de contrôler très précisément le DSP : mis en place de points d'arrêts, lecture-écriture des registres internes, accès en lecture-écriture à tous l'espace mémoire. Cette dernière fonctionnalité sera d'ailleurs utilisée pour charger la mémoire du DSP avec un programme et des données.

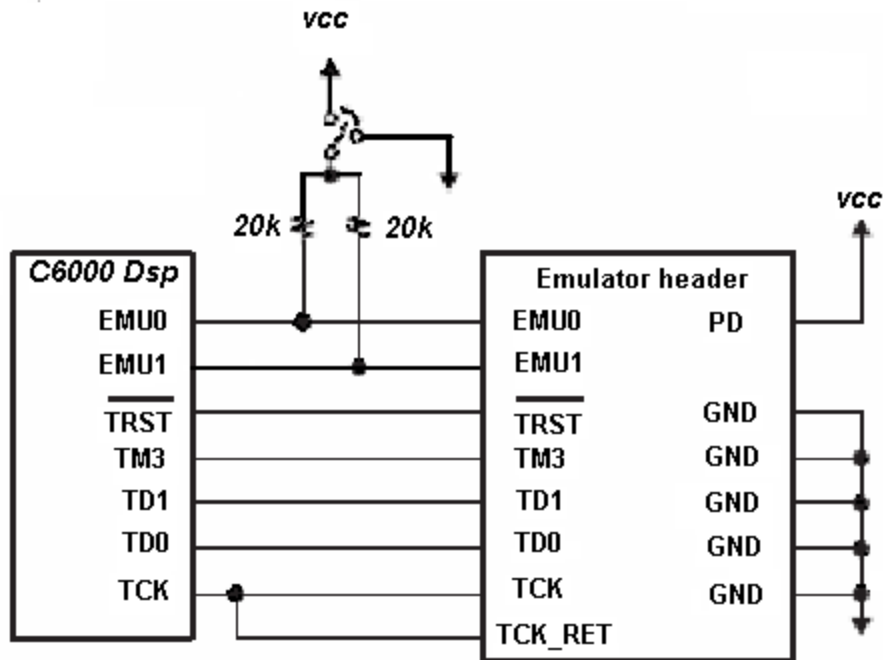


Figure II.17. Schéma de JTAG

II.5.3 CPLD

Le DSK C6713 utilise un Altéra EPM3128TC100-10 (CPLD) dispositif pour mettre en application :

- 4 Memory-mapped de control/status registres qui permettent la commande de logiciel de divers dispositifs de la carte.
- Commande de l'interface et des signaux de carte fille "daughtercard".
- Attache les composants de la carte ensemble.

II.5.4 Mémoires Synchrones DRAM

Le DSK utilise 128 Mbits de synchrone DRAM (SDRAM) sur 32 bits de l'EMIF. La SDRAM est placée au début de CE0 (adressé à 0x80000000). La mémoire totale disponible est de 8 méga-octets. Le contrôleur intégré du SDRAM fait partie de l'EMIF et peut être configuré d'une manière soft dans des opérations appropriées. L'horloge de l'EMIF provient des arrangements de PLL et peut être configurée d'une manière soft à 90MHz.

Ce nombre est basé sur une horloge interne du PLL de 450MHz exigé pour réaliser des opérations de 225 mégahertz avec un diviseur de 2 et une horloge de l'EMIF de 90MHz avec un diviseur de 5. En utilisant SDRAM, le contrôleur peut être initialisé pour régénérer une rangée de la mémoire toute les 15.6 microsecondes pour maintenir l'intégrité des données. Avec une horloge de 90MHz de l'EMIF, cette période est l'équivalent de 1400 cycles.

II.5.5 Mémoire flash (Flash Memory)

La mémoire non volatile est un type de mémoire qui ne perd pas son contenu quand le courant est coupé. Une fois lue, elle ressemble à une mémoire morte asynchrone simple (ROM).

Le flash peut être effacé dans de grands blocs généralement désignés sous le nom des secteurs ou des pages. Une fois un bloc a été effacé chaque mot peut être programmé une fois par un ordre spécial de commande. Après cela le bloc entier peut être effacé entièrement pour changer le contenu. Le DSK emploie un flash 512Kbyte externe comme option d'initialisation. Ceci est visible au début de CE1 (adresse 0x90000000). Le flash est câblé comme un 256K par 16 bits pour supporter les options d'initialisation de 16 bits du DSK. Cependant, le logiciel qui se vend avec le DSK traite le flash comme un dispositif de 8 bits (ignorant les 8 bits du début) pour se conformer avec le mode de 8 bits par défaut nécessaire pour le 6713. Dans cette configuration, seulement 256Kbytes sont utilisés sans changements de logiciel.[13]

II.5.6 LEDs et DIP Switch

Le DSK inclut 4 LED (D7 - D10) accessibles et DIP Switch (SW1) qui fournissent à l'utilisateur une simple forme d'entrée-sortie. Tous les deux sont consultés par le registre de CPLDUSER_REG.

II.6 Fonctionnement

Le DSP sur les 6713 interfaces de DSK aux périphériques à bord par un EMIF de 32 bits. Le SDRAM, le flash et le CPLD sont reliés au bus.

Les signaux d'EMIF sont des connecteurs également branchés d'expansion de daughter card 'carte fille' qui sont utilisés pour les panneaux addition de tiers. Le DSP connecte aux signaux audio analogues par un codec AIC23 à bord et quatre crics audio de 3.5 millimètres (entrée de microphone, ligne entrée, ligne de sortie, et la sortie d'écouteur). Le codec peut choisir le microphone ou la ligne entrée comme entrée active. La sortie analogique est conduite à la ligne sortie (gain fixe) et aux connecteurs d'écouteur (gain réglable). Un programmable logique dispositif appelé un CPLD est utilisé pour mettre en application là 'glue logic' qui attache les composants entre eux. Le DSK inclut 4 LED et 4 positions DIP interrupteur comme manière simple de fournir à l'utilisateur la rétroaction interactive. Tous les deux sont consultés par la lecture et l'inscription aux registres de CPLD.

Une alimentation de l'énergie 5V externe incluse est employée pour actionner le panneau. Les régulateurs de tension à bord de commutation fournissent la tension de noyau de +1.26V DSP et des approvisionnements de +3.3V I/O. Le panneau est tenu dans la remise jusqu'à ce que ces approvisionnements soient selon des caractéristiques de fonctionnement. Le code composer communique avec le DSK par un émulateur JTAG incorporé avec un hôte interfacé d'USB. Le DSK peut également être utilisé avec un émulateur externe par le connecteur externe de JTAG.

II.7 Configuration des Paramètres des Switch

Le DSK à 4 switches qui permettent aux utilisateurs de contrôler l'état opérationnel du DSP lorsqu'il y a une réinitialisation. Le Switch 1 Contrôle l'indienne du DSP et les switch 2 et 3 configure le mode de la mise en route qui sera utilisé lorsque le DSP commence à exécuter. Le switch 4 contrôle le multiplexage des signaux HPI et McASPs fait sortir au HPI expansion connecteur. **.[13]**

Tableau II.15. Configuration de Paramètres des Switchs

Switch1	Switch2	Switch3	Switch4	Configuration Description
Off				Little endian (default)
On				Big endian
	Off	Off		Emif boot from 8-bit flash (default)
	Off	On		HP/Emulation boot
	On	Off		32-bit EMIF boot
	On	On		16-bit EMIF boot
			Off	HPI enabled on HPI pins (default)
			On	McASP1 enabled on HPI pins

II.8 Alimentation en énergie

Le DSK fonctionne à partir d'une alimentation d'énergie externe simple de +5V reliée à la puissance principale fournie (J5). Intérieurement, l'entrée de +5V est convertie en +1.26V et +3.3V en utilisant les régulateurs de tension séparés. L'approvisionnement de +1.26V est employé pour le noyau de DSP tandis que l'approvisionnement de +3.3V est employé pour les éléments de l'I/O du DSP et tous autres modules sur la carte. Le connecteur de puissance est une prise de 2.5mm. Il y a trois points test de mesure de puissance sur le DSK (JP1, JP2 et JP4).

Tout le courant d'I/O traverse JP2 tandis que courant principal passe par JP1. Tout le courant du système passe par JP4. Normalement, ces jumpers sont fermés. Pour mesurer le courant de passage il faut enlever les jumpers et relier les broches à un appareil de mesure du courant tel qu'un multimètre ou une

sonde de courant. Il est possible d’approvisionner la carte fille avec +12V et -12V quand le connecteur de puissance externe (J6) est utilisé. [15]

II.9 CCS V3.3 en mode simulateur C6713

Pour utiliser le CCS V3.3 en mode simulateur C6713, sélectionnez ‘C6713 Device Cycle Accurate Simulator’ de la liste des cartes. Il doit être ajouté et montré sur le côté gauche de L’écran de configuration comme illustré dans la Figure (II.18). Pour modifier les propriétés de la mémoire, on clique sur l’icône "TMS320C6713" comme le montre la Figure (II.18) avec la flèche Rouge et sélectionnez " Properties ". La propriété "Detect Reserved Memory Access" doit être Sélectionnée sur "No". Appuyez sur "OK" pour revenir à l'écran de configuration. Appuyez Sur “Save & Quit”. CCS est prêt à fonctionner en mode simulateur C6713.

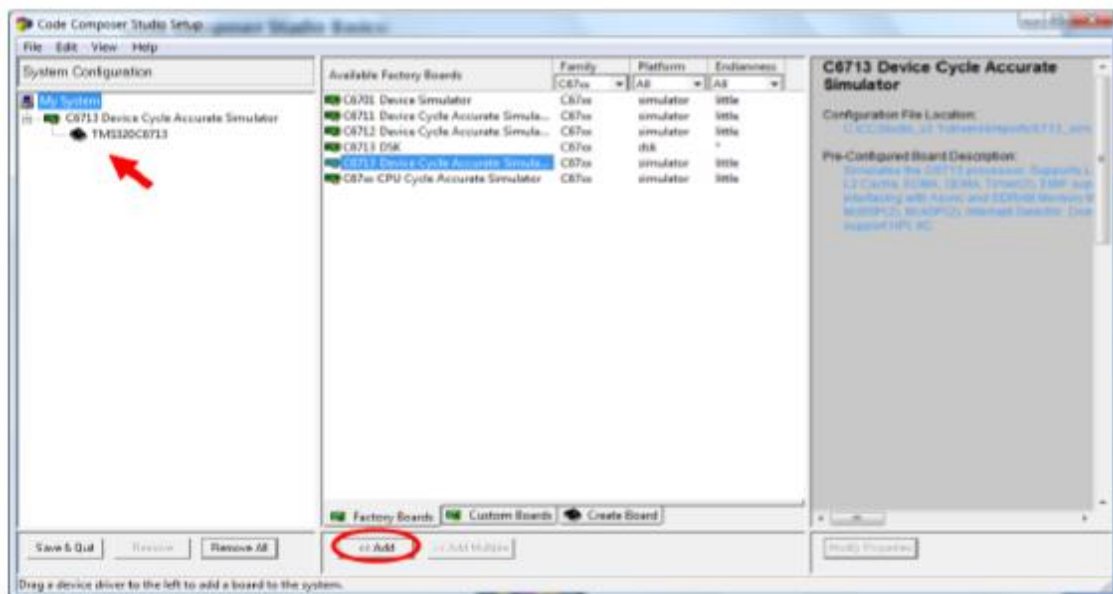


Figure II.18. Setup du CCS

II.9.1. Carte C6713 DSK

Si on veut utiliser le logiciel CCS pour programmer le kit DSK C6713, alors on doit choisir le " DSK C6713 " de la liste des cartes de l’écran de configuration. On appuie ensuite sur le bouton "Add". On doit voir "C6713 DSK" sur le côté gauche de l’écran de configuration comme indiqué dans la **Figure (II.19)**. On appuie sur “Save & Quit”. CCS est maintenant prêt à programmer et exécuter les programmes sur le kit DSK C6713. [16]

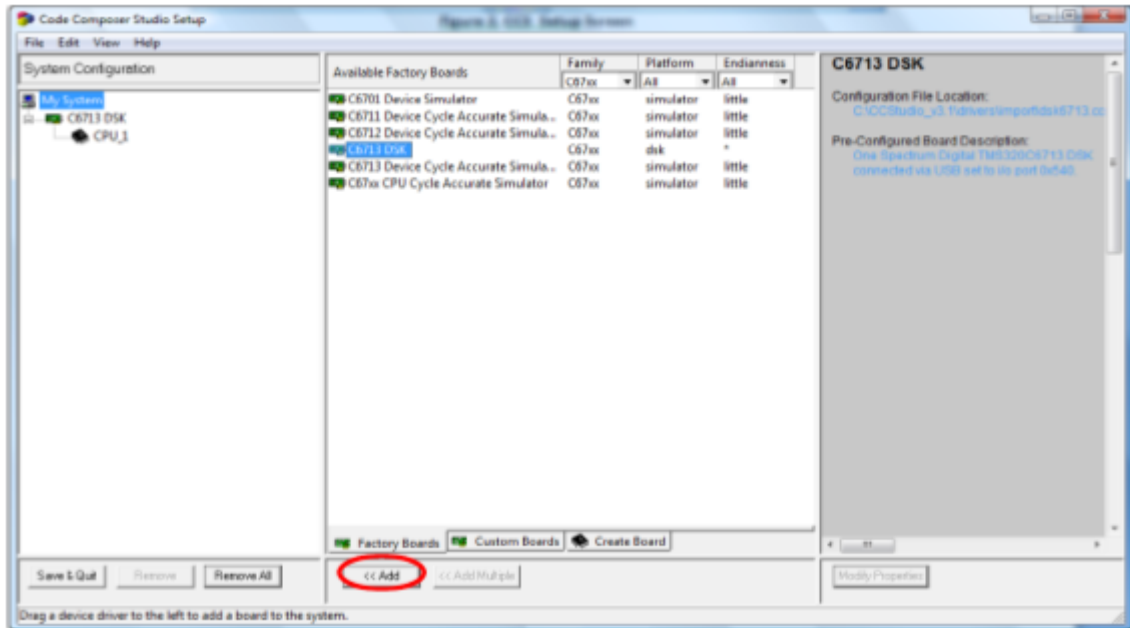


Fig.II.19. Sélection du DSK C6713

II.9.2 Création d'un projet

Dans CCS, un projet est créé pour chaque programme exécutable. Le projet emmagasine toutes les informations exigées. Pour créer un fichier il faut appuyer sur : Project ⇨ New

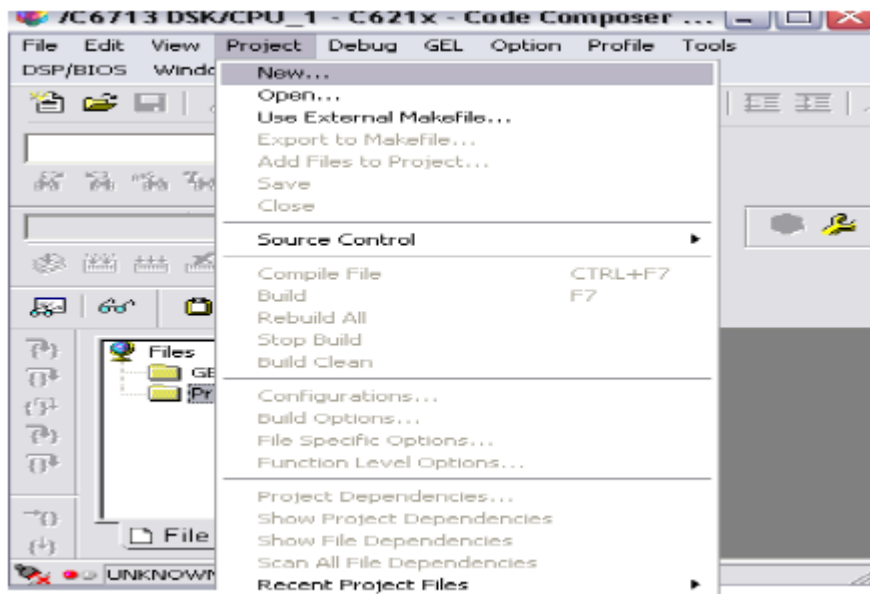


Fig.II.20. Ouverture d'un nouveau projet

- Le message de sollicitation suivant apparaît

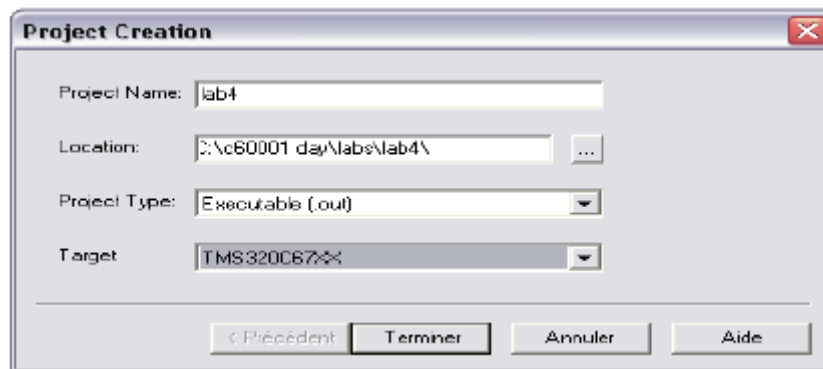


Fig.II.21. Exemple de création de projet sous CCS

- Dans le champ « Project Name » Compléter le nom de projet dans la case ‘Project name ’. Par exemple « Lab4 »
- Dans le champ « **Location** », rechercher le dossier actif qui a été créé.
- Dans le champ « Project type » sélectionner “Exécutable [.out] ”.
- Dans le champ « Target » sélectionner la cible (Dans ce cas “TMS320c67xx”).
- Cliquer sur “terminer ”. [15]
- Vérifier que le projet récemment créé est ouvert dans “CCS ”en cliquant sur le signe “+ ” à côté du dossier des projets dans la fenêtre d'affichage du projet.

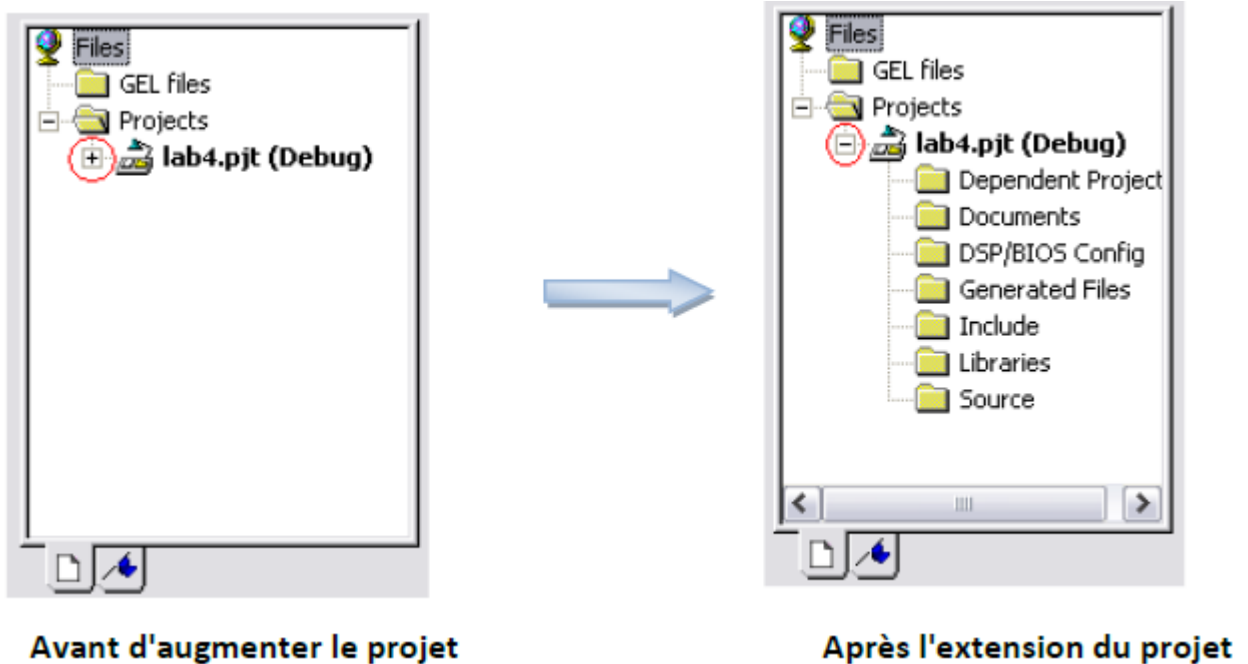


Fig.II.22. Avant et après l’extension du projet

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a décrit le DSK TMS320C6713, et on a présenté son architecture interne, ces caractéristiques sont aussi éclaircies pour mieux comprendre son fonctionnement global puis nous avons montré comment nous créons un projet sur cette carte en utilisant l'outil de développement CCS. Une fois la carte est maîtrisée, il est impératif de l'exploité pour une acquisition en temps réel. La méthode 4-20 mA est l'une des méthodes fiables et très utilisée en industrie. Dans notre cas cette dernière est appliquée sur des signaux de pression. Les détails sur cette méthode sont présentés dans le chapitre III.

Chapitre III :

Systeme d'acquisition

des données

III.1. Introduction

La chaîne d'acquisition a pour fonction de recueillir et transformer la grandeur à mesurer sous une forme adaptée à son exploitation. Le capteur peut à la fois réaliser la mesure et faire partie du conditionnement (comme dans un montage en pont de Wheatstone) ou bien être dissocié. L'association capteur-conditionneur détermine les caractéristiques du signal de sortie. La chaîne d'acquisition doit être considérée dans son ensemble, ses caractéristiques sont déterminées de manière à répondre à l'application visée. Les divers dispositifs constituant la chaîne d'acquisition et sa structure doivent permettre le mesurage, le traitement et la restitution de la mesure avec les caractéristiques nécessaires à l'application : résolution, précision, rapidité et immunité aux parasites. Dans ce chapitre un panorama sur les capteurs est présenté. Les transmetteurs sont également traités. Une attention particulière est mise sur la boucle de courant 4-20mA. Dernièrement la fiabilité de cette méthode très utilisée dans l'industrie nous a laissée à l'intégrer dans notre chaîne d'acquisition.

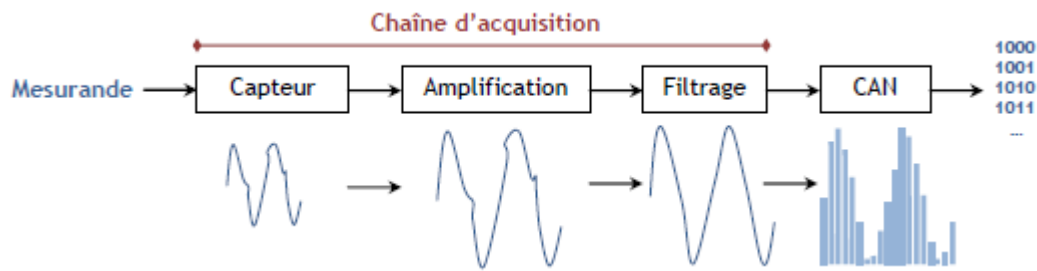


Fig. III.1 Schéma de la chaîne d'acquisition d'une mesure

La chaîne d'acquisition **Figure (III.1)** peut assurer plusieurs rôles par l'incorporation de divers dispositifs. Le capteur, placé en tête de la chaîne d'acquisition, transforme le mesurande en signal électrique (en général une tension ou un courant). Le circuit de conditionnement optimise les caractéristiques du signal de sortie du capteur (filtrage du bruit, amplification, suppression de composante continue...). Une conversion analogique/numérique du signal peut également être faite afin par exemple de rendre la mesure exploitable par un ordinateur [17].

III.2. Le capteur

III.2.1 Définition

Un capteur est un organe de prélèvement d'information 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 **Figure (III.2)**. [18]

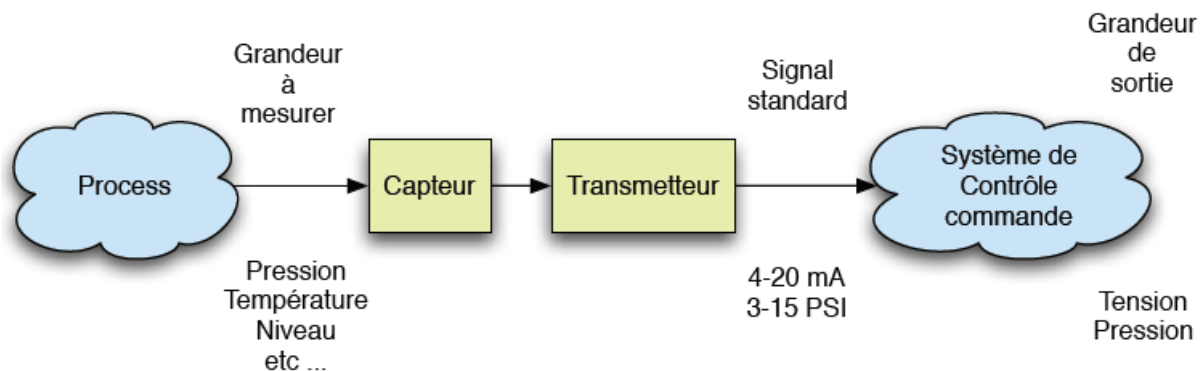


Fig. III.2. Capteur et transmetteur en situation

III.2.2 Types de capteurs

III.2.2.1 Capteur actif

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement. Les plus classiques sont.

- Effet thermo électrique : Un circuit forme de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures T_1 et T_2 , est le siège d'une force électromotrice (T_1, T_2).
- Effet piézo-électrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits Piézo-électrique (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.
- Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique.

- Effet photo-électrique : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique dont la longueur d'onde est inférieure à un seuil caractéristique du matériau.
- Effet Hall : Un champ B crée dans le matériau un champ électrique E dans une direction perpendiculaire.
- Effet photovoltaïque : Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes.

Tableau III.1 Capteurs actifs

Grandeur physique à mesurer	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
Température	Pyroélectricité	Charge
Flux de rayonnement optique	Photoémission	Courant
Flux de rayonnement optique	Effet photovoltaïque	Tension
Flux de rayonnement optique	Effet photo-électrique	Tension
Force ou pression	Piézo-électricité	Charge
Accélération ou Vitesse	Induction électromagnétique	Tension
Position (aimant) ou Courant	Effet Hall	Tension

III.2.2.2 Capteur passif

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte :

- Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand Nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.
- Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extension étrier liée à une structure déformable). L'impédance d'un capteur passif et Ses variations ne sont mesurables qu'en intégrant le capteur dans un circuit électrique, par ailleurs alimenté et qui est son conditionneur.

Tableau III.2. Capteurs passifs

Grandeur physique à mesurer	Caractéristique sensible	Matériaux utilisés
Température	Température	Métaux : platine, nickel, cuivre
Très basse température	Constante diélectrique	Verre
Flux de rayonnement optique	Résistivité	Semi-conducteur
Déformation	Résistivité	Alliage de Nickel, silicium dopé
Déformation	Perméabilité magnétique	Alliage ferromagnétique
Position (aimant)	Résistivité	Matériaux magnéto résistants
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium

III.2.2.3 Corps d'épreuve et Capteurs composites

Pour des raisons de coût ou de facilité d'exploitation on peut être amené à utiliser un capteur, non pas sensible à la grandeur physique à mesurer, mais à l'un de ses effets. Le corps d'épreuve est le dispositif qui, soumis à la grandeur physique à mesurer produit une grandeur directement mesurable par le capteur. [18]

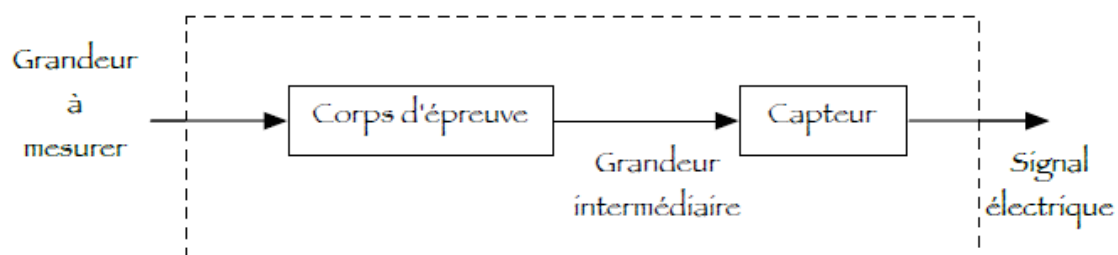


Fig.III.3. Capteurs composites

III.2.2.4 Capteur intégré

C'est un composant réalisé par les techniques de la micro-électronique et qui regroupe sur un même substrat de silicium commun, le capteur à proprement dit, le corps d'épreuve et l'électronique de conditionnement. [18].

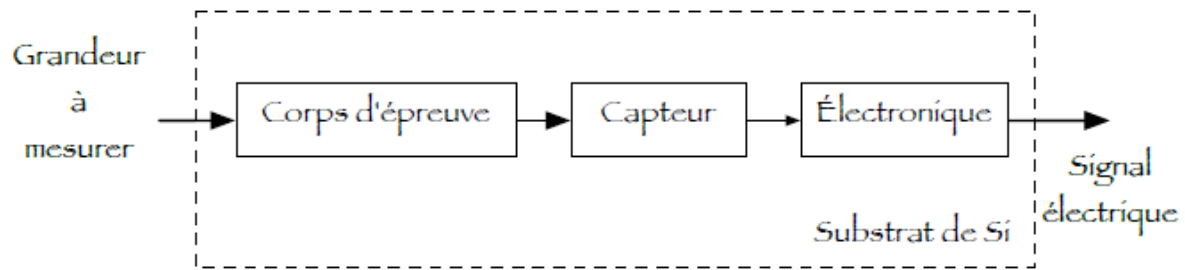


Fig.III.4 Capteur intégré

III.3. Transmetteur

III.3.1. Transmission

C'est de transmettre une information d'un endroit appelé émetteur vers un autre le récepteur, séparés d'une distance plus ou moins importante. Lorsque la distance est importante, la transmission d'une information analogique provenant d'un capteur est plus difficile et soumise à des perturbations. En effet l'utilisation d'une simple variation de tension comme grandeur de transmission n'est pas assez fiable, car un changement dans la longueur des fils et donc de leur résistance a pour conséquence de modifier la valeur transmise. Au début les ingénieurs ont eu de grandes difficultés à trouver un signal électrique qui pouvait être transmis sur des fils sans introduire des erreurs. Pour transmettre un signal à distance on dispose de plusieurs procédés, dont chacun présente des avantages et des inconvénients. Telles une par transmission d'impulsion PWM (Pulse Width Modulation) ou par variation proportionnelle d'une fréquence selon la valeur analogique. Ces deux solutions coûtaient cher et étaient difficiles à mettre en œuvre. Lorsque la boucle 4-20 mA est arrivée, elle est rapidement devenue le standard par le fait d'être très précise et de ne pas être affectée par la résistance des fils et par les variations de la tension d'alimentation. [19]

III.3.2 Types de transmetteur

On peut séparer trois types de transmetteur :

Les transmetteurs 4 fils (dits actifs) qui disposent d'une alimentation et qui fournissent le courant I. Leur schéma de câblage est identique à celui des régulateurs **Figure (III.5)**.



Fig.III.5. Transmetteur 4 fils

Les transmetteurs 3 fils sont des transmetteurs 4 fils, avec les entrées moins reliées **Figure (III.6)**.

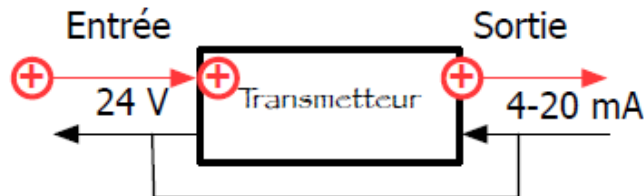


Fig.III.6. Transmetteur 3 fils

Les transmetteurs 2 fils (dits passifs) **Figure (III.7)**. [18]

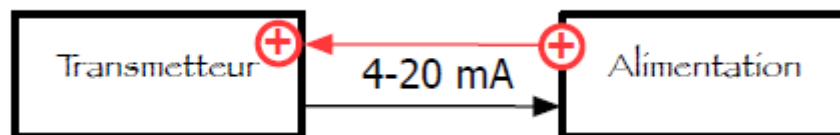


Fig.III.7. Transmetteur 2 fils

III.3.3 Etalonnage du transmetteur de pression.

Pour étalonner le transmetteur de pression nous devons faire les tests suivants :

- Alimenter le capteur de pression par une tension de 24 volts et fermer la sortie sur un milliampèremètre. Si le transmetteur est en bon état il doit indiquer 4mA quand il n'est pas soumis à aucune pression extérieure c.-à-d. Sous pression atmosphérique uniquement.
- Je lie l'orifice du transmetteur à un ballon. Une fois presser sur le ballon ce qui veut dire donner une pression au transmetteur. Je règle la pression en agissant sur le ballon jusqu'à ce que le milliampèremètre indique la valeur de 20mA. Cette dernière doit correspondre à une certaine valeur de pression. Nous disons que notre transmetteur est étalonné si cette pression équivalente à 20mA correspond à la valeur maximale donner par le constructeur sur le corps du transmetteur. [20]

III.4. Boucle de courant 4-20 mA

III.4.1 Présentation de la boucle de courant 4-20 mA

Inventée vers 1930, par un ingénieur du groupe ESSO (S.O. = Standard Oil of New Jersey) aux Etats-Unis, ce procédé est destiné à transmettre un signal analogique à quelques dizaines ou centaines de mètres.

Il repose sur le constat que le long d'un câble, aussi long soit-il, le Courant continu qui le traverse est constant. Par contre la différence de potentiel en raison de la chute de tension dans le câble va évoluer en fonction de la distance de la source et décroître avec l'augmentation de cette distance. Il était donc exclu de transmettre de façon fiable une faible DDP générée par un capteur en tant que telle. Cependant, si l'on sait transformer le générateur de tension équivalent à un capteur en générateur de courant, le problème est alors différent. Dans les années 30 les balbutiements de l'électronique à tubes dans lesquels les courants étaient de l'ordre 2 ou 3 dizaines de mA ont induit ce concept dit 4-20mA.

L'idée est de réaliser un dispositif, capteur + circuit associé, dont la consommation en mA sera proportionnelle à la tension que l'on devrait mesurer aux bornes du capteur et de faire en sorte que celle-ci se situe dans la plage 4-20mA, ces limites correspondant alors aux limites d'utilisation du capteur. On aurait pu choisir 0-20mA mais ceci peut être problématique en cas de dérive qui décale le courant vers les valeurs négatives, la plage 0-4mA constitue donc une marge de sécurité. De plus, le fait de retenir la plage 4-20mA permet de détecter un défaut dans la boucle si le courant devient nul.

III.4.2 Condition d'une boucle de courant 4-20 mA.

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

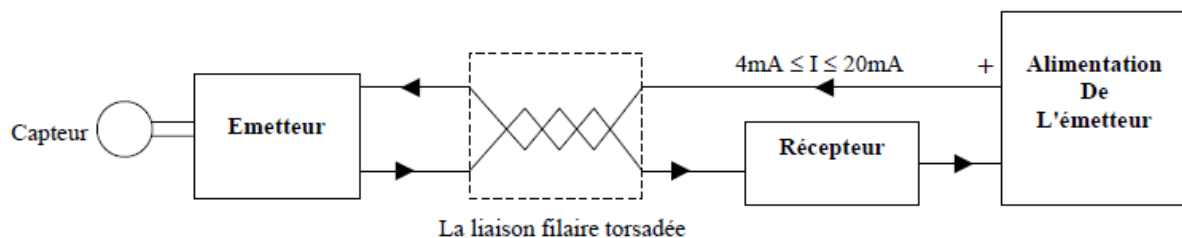


Fig.III.8. Schéma d'une boucle de courant 4-20 mA.

III.4.2.1 Capteur

Le capteur va mesurer des grandeurs physiques comme la température, la pression... et délivrer une tension de faible amplitude. [19]

III.4.2.2 Emetteur

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

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

III.4.2.3 Alimentation

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

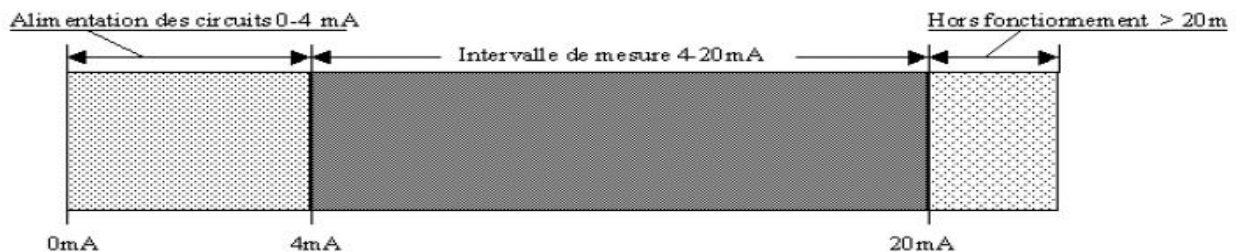


Fig.III.9. Alimentation d'une boucle de courant 4-20 mA

III.4.2.3 Fils de la boucle

Deux fils relient tous les composants ensemble. Il y a quatre conditions pour le choix de ces fils :

Il faut qu'ils aient une très faible résistance, une bonne protection contre la foudre, ne pas subir d'impulsion de tension induite par un moteur électrique ou un relais et avoir également une seule mise à la masse, plusieurs masses rendrait la boucle inopérante car une petite fuite de courant de masse dans la boucle risquerait d'affecter l'exactitude de la boucle.

III.4.2.4. Récepteur

On a toujours au moins un récepteur dans la boucle. Il peut être un afficheur digital, une table d'enregistrement, un déclencheur de vanne...

Ils ont tous une chose en commun, une résistance. Il peut y avoir plus d'un récepteur dans la boucle tant qu'il y a assez de tension pour alimenter la boucle, on peut insérer autant de récepteur que l'on veut. Si l'on prend par exemple une résistance d'entrée de 250 ohms pour un récepteur, on perdra 5V à cause de la tension aux bornes de la résistance pour un courant de 20 mA.

De même un courant de 4 mA causera une perte de tension de 1V. Si l'on prend trois récepteurs avec une résistance d'entrée égale à 250 ohms, on aura une perte totale de tension maximale de $3 \times 5 = 15V$ pour un courant de boucle de 20 mA.

L'alimentation de la boucle devra avoir ces 15V en plus de celle nécessaire pour le fonctionnement de l'émetteur et des pertes (négligeables) dû à la résistance du fil. [21]

III.4.3 Installation et test de la boucle :

Pour installer la boucle, il suffit de relier en série l'émetteur, l'alimentation et le récepteur avec le fil. Après avoir alimenté la boucle et avoir inséré un milliampèremètre. On devrait lire un courant d'une valeur comprise entre 4 et 20 mA dépendant de la sortie de l'émetteur.

Il existe des appareils pour tester la boucle affichant précisément le courant de la boucle qui simule l'émetteur ou le récepteur.

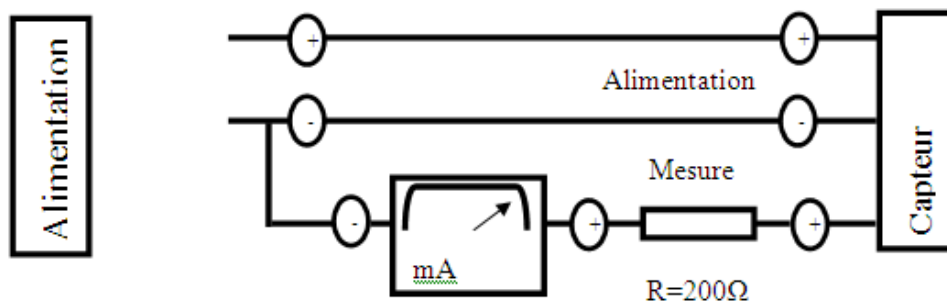


Fig.III.10 Le câblage de la boucle

III.4.4 Exemple d'une boucle 4-20mA

Le schéma ci-dessous présente une boucle 4-20 mA qui est composée d'un capteur de température (exemple : résistance de platine Pt100), d'un émetteur le XTR105 de Burr-brown qui convertit la valeur mesurée du capteur en un courant compris dans l'intervalle 4-20 mA, une résistance comme récepteur qui réalise la conversion du 4-20 mA en une tension, un générateur de tension pour alimenter la boucle. [21]

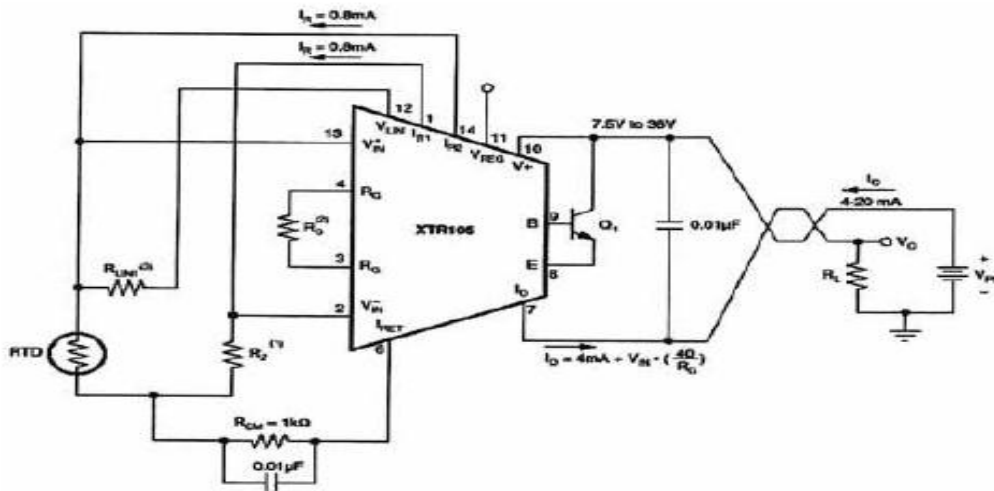


Fig.III.11 Capteur de température de l'émetteur le XTR105 de Burr-brown

Le schéma ci-dessous présente une boucle 4-20 mA qui est composée d'un capteur de température, d'un émetteur le XTR105 de Burr-brown, un récepteur le RCV420 de Burr-brown qui réalise l'alimentation de la boucle et converti le 4-20 mA en une tension variant de 0 à +5V. [21]

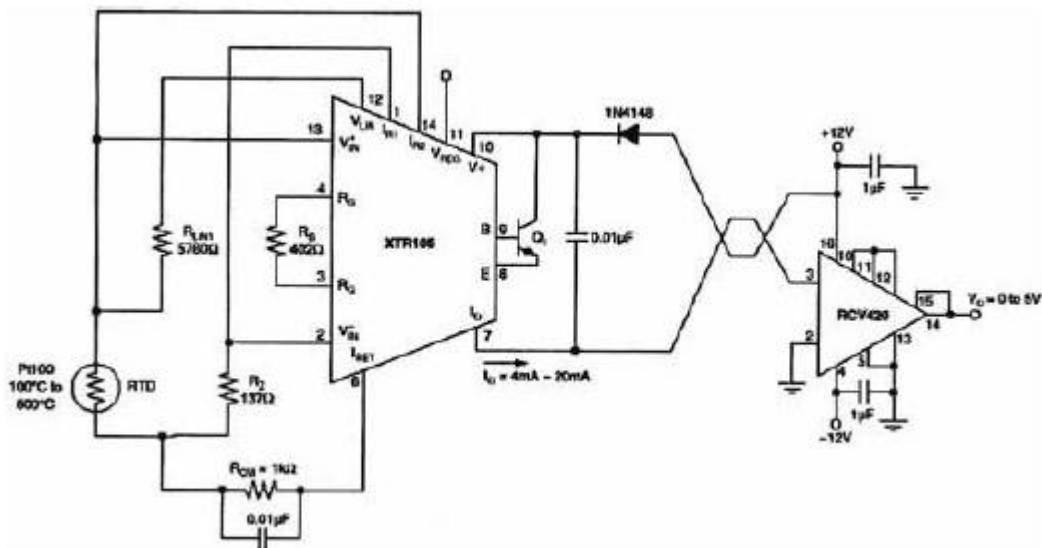


Fig.III.12 Capteur de température de l'émetteur le XTR105 et un récepteur le RCV420 de Burr-brown

Conclusion

Dans ce chapitre, on a décrit La chaîne d'acquisition, et on a présenté les capteurs et leurs types (actif, passif, composite, intégré), On a exposé également la signification d'un transmetteur et ses différents types. Après cela, nous avons parlé de l'étalonnage du transmetteur de pression, puis nous avons présenté La boucle de courant 4-20 mA et les conditions de leur application et un exemple de cela. Le prochain chapitre traite le travail pratique qui comporte une chaine hydraulique prototype se basant sur des capteurs de pression et une chaine électrique intégrant la carte DSKC6713. Les signaux vont être analysés pour différentes positions des capteurs par rapport à la fuite.

Chapitre IV :
Acquisition et
analyse des signaux
de fuite via la carte
DSK6713

IV.1. Introduction

L'acquisition des signaux joue un rôle important dans tous les systèmes électroniques. Cette dernière peut se faire via différentes cartes. L'acquisition en temps réel ne peut être effectuée qu'à travers des cartes spéciales. On a opté à utiliser le kit DSK6713 de Texas instrument. Les signaux sont acquis par un banc essai qui a été réalisé à cet effet au niveau de notre laboratoire. Au premier lieu le banc d'essai va être décrit. Il est composé de deux parties : une partie hydraulique et une partie électrique. La partie hydraulique comporte certains éléments tel que (conduite, réservoir, une pompe...etc.), et la partie électrique comporte un étage de conditionnement de signaux et une carte DSK6713. L'acquisition a été faite à base de deux transmetteurs de pression utilisant la méthode 4-20mA. L'analyse des signaux va être éclairci.

IV.2. Système d'acquisition

Notre système de détection de fuites repose principalement sur l'effet de la pression (capteur de pression) pour le captage de signaux analogiques de pression suivi d'un étage de conditionnement. Une fois les signaux sont conditionnés et afin de leurs appliquer les programmes de traitement de signal tels que filtrage, l'analyse spectrale, ces derniers vont passer par une carte DSK6713 liée à un PC.

IV.3. Chaîne d'acquisition

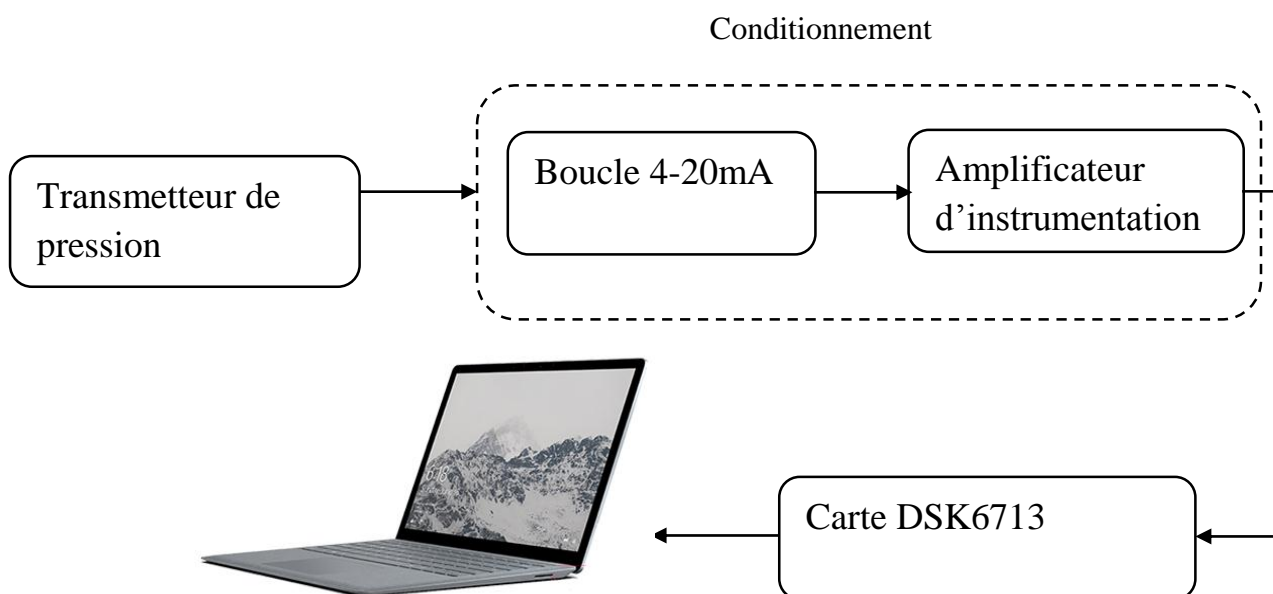


Fig. IV.1. La chaîne d'acquisition.

IV .3.1. Transmetteur de pression

On place les deux capteurs de pression avant et après la fuite telle que :

- La distance entre le capteur A et la fuite est de 3.61 m
- La distance entre le capteur B et la fuite est de 21.37m

❖ Caractéristiques

Selon les consignes du constructeur le transmetteur dispose de trois fils qui représentent :

- Noir → La sortie
- Blanc → La masse
- Rouge → Alimentation



Fig. IV.2. Capteur de pression.

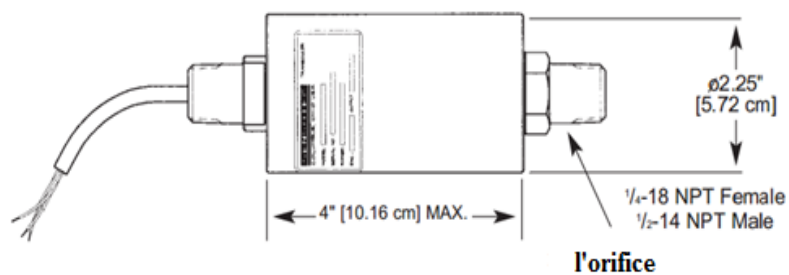


Fig. IV.3. Dimension du capteur de pression.

❖ Spécifications techniques

Tableau (IV.1) Spécifications techniques du capteur de pression

Performance	Plage de pression	0-2 a10, 000psi
	Précision (min)	±0.25%F.S.
	Non linéarité (max)	±0.15%F.S.
	Hystérésis (max)	±0.10%F.S.
	Non adaptable (max)	±0.05%F.S.
	Sortie (std)	4-20mA
	résolution...	Infini
Environnementale	Température, fonctionnement	0°F a180°F
	Température compensée	60°F a160°F
	Effet de température	
	Zéro (max)	01%F.S./°F
	Span (max)	01%Rdg./°F
Électrique	Type de strain gage	Feuille collée
	excitation	15 a40 VDC
	la résistance d'isolement	5000migaohm@50VDC
	Code de câblage (std)	
	Terminaison électrique (std)...	#22(See Pg.AP-8) 1/2-14NPT male w/7/8"
		Clé à plat .20GA 2ft.cable avec masse

mécanique	médias	Gaz, liquide
	Surcharge sécuritaire	50% capacité
	Port de pression	1/4-18NPT female
	Matériau de pièces mouillées type	1/2-14NPT male w/1 "Hex 17-4 PH inoxydable
	Matière céréalière	Calibre ou absolu acier inoxydable

❖ Etalonnage du transmetteur de pression

Pour étalonner le transmetteur de pression nous devons faire les tests suivants :

1. Alimenter le capteur de pression par une tension de 24 volts et fermer la sortie sur un milliampèremètre. Quand il n'est pas soumis à aucune pression extérieure (c.-à.-d sous pression atmosphérique uniquement). Le transmetteur est en bon état s'il indique 4mA
2. Je lie l'orifice du transmetteur à un ballon. Une fois presser sur le ballon ce qui veut dire donner une pression au transmetteur. L'indication sur le milliampèremètre change. Je règle la pression en agissant sur le ballon jusqu'à ce que le milliampèremètre indique la valeur de 20mA. Cette dernière doit correspondre à une certaine valeur de pression. Nous disons que notre transmetteur est étalonné si cette pression équivalente à 20mA correspond à la valeur maximale donner par le constructeur sur le corps du transmetteur.

IV .3.2. La boucle de courant 4-20 mA

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

Pour réaliser la boucle 4-20mA, il faut disposé d'au moins 4 éléments, l'alimentation, capteur, les câble et résistance **Figure (IV.4)**.

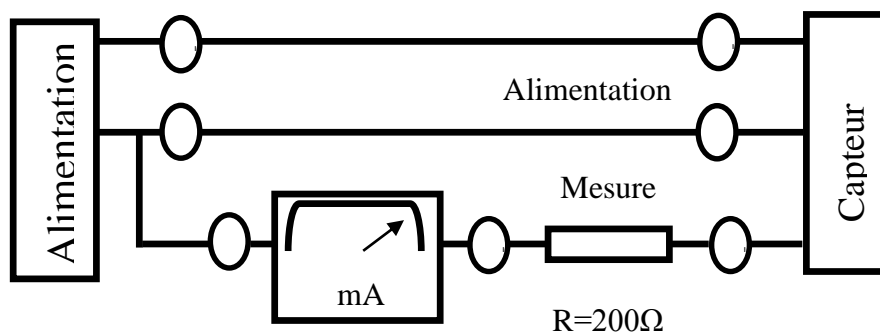


Fig. IV.4. Le câblage de la boucle.

❖ Réalisation de boucle 4-20mA

- Le capteur dispose de trois fils (blanc, noire et rouge) tel que le fil blanc doit être relié à la masse , le fil rouge est relié avec l'alimentation (+24 V) et le fil noir est mis en série avec une résistance $R=150\Omega$. Cette dernière est aussi liée à l'ampèremètre ce dernier est attaché à la masse qui représente l'extrémité de la boucle 4-20 mA. La **Figure(IV.5)** montre comment la boucle 4-20 mA fonctionne.

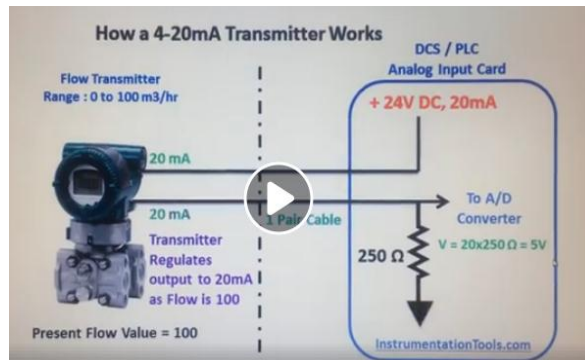


Fig.IV.5. Boucle 4-20mA

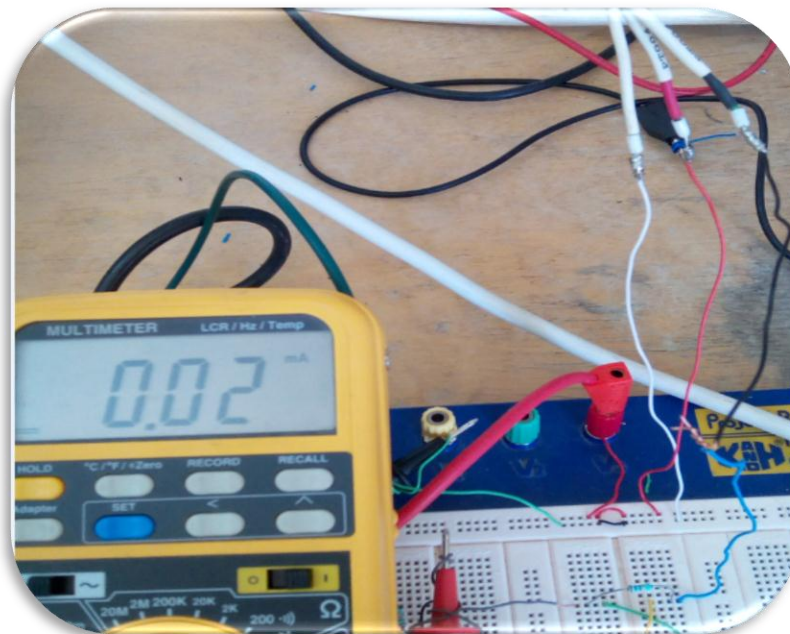


Fig. IV.6. Le boucle 4-20 mA expérimental.

Avant d'appliquer la pression sur le capteur on l'alimente avec une tention de (+24 V) . On mesure la valeur de courant sur l'ampèremètre , il doit donner un courant égale à 4mA **Figure (IV.6)**. Si on applique une pression P sur les deux capteurs, la valeur de courant augement au fur et à mesure que la pression augmente.

IV .3.3. Etage d'amplificateur d'instrumentation

Les signaux électriques issus de capteurs sont généralement de faible niveau. Si l'on souhaite travailler avec une bonne précision, il est nécessaire de faire une amplification, donc on a besoin de réaliser un circuit d'amplification (afin d'éviter les bruits) **Figure (IV.7)**. Cette amplification se répercute aussi sur le signal utile. Pour amplifier le signal on a utilisé l'AOP, TL082 et les résistances ($R_1=2K$, $R_2=12K$, $R_3=R_4=1K$)

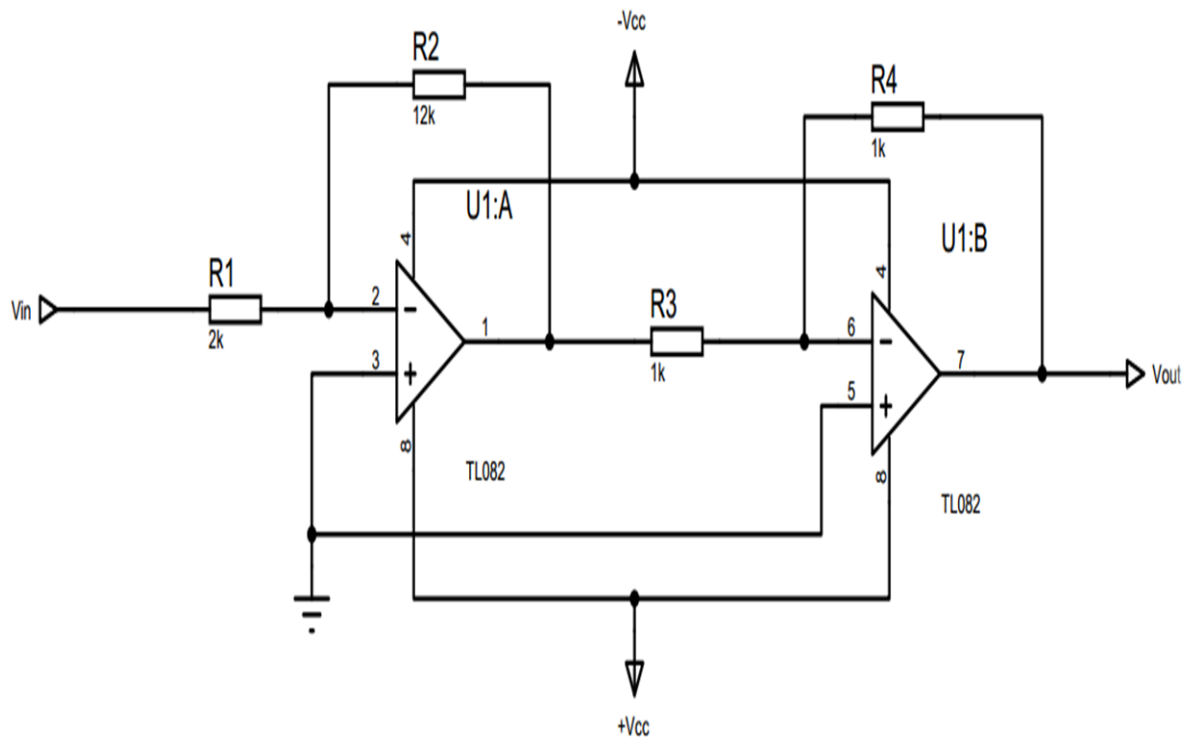


Fig. IV.7. Montage d'amplification des signaux des capteurs.

❖ Le premier étage (amplification)

$$V^- = \frac{\frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{S1}}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_2 \times V_{in} + R_1 \times V_{S1}}{R_1 + R_2} \quad (\text{IV.1})$$

* $V^+ = 0$

$$* V^+ = V^- \longrightarrow \frac{R_2 \times V_{in} + R_1 \times V_{S1}}{R_1 + R_2} = 0 \longrightarrow$$

$$\frac{R_1}{R_2 + R_1} V_{S1} = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \quad (\text{IV.2})$$

$$V_{S1} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in} \quad (\text{IV.3})$$

On pose : $R_1 = 2\text{k}\Omega$, $R_2 = 12\text{k}\Omega$.Alors $V_{S1} = 6 V_{in}$ Par cet étage le signal de sortie est amplifié avec un gain égal à six et un déphasage de π .

❖ Le deuxième étage (montage inverseur)

$$V^- = \frac{\frac{V_{S1}}{R_3} + \frac{V_{out}}{R_4}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{R_4 \times V_{S1} + R_3 \times V_{out}}{R_4 + R_3} \quad (\text{IV.4})$$

* $V^+ = 0$

$$V^+ = V^- \longrightarrow \frac{R_4 \times V_{S1} + R_3 \times V_{out}}{R_4 + R_3} = 0 \longrightarrow$$

$$\frac{R_3}{R_3 + R_4} V_{out} = -\frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{S1} \quad (\text{IV.5})$$

$$V_{out} = -\frac{R_4}{R_3} V_{S1} \quad (\text{IV.6})$$

On pose. $R_3 = 1\text{k}\Omega$, $R_4 = 1\text{k}\Omega$.

$$\text{Donc } V_{out} = -V_{S1} \longrightarrow V_{out} = \frac{R_2}{R_1} V_{in} \quad (\text{IV.7})$$

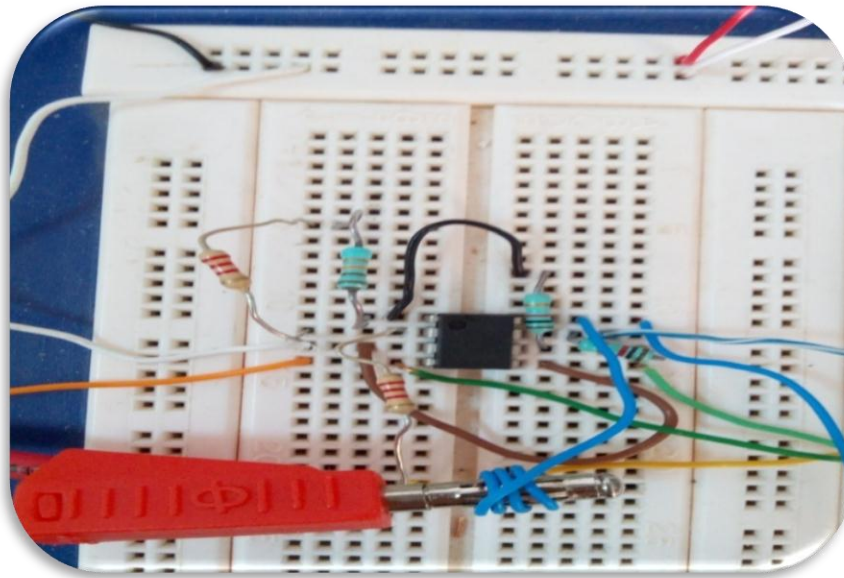


Fig. IV.8. Montage d'adaptation expérimental.

IV.4. Circuit hydraulique

Un circuit hydraulique a été réalisé à cet effet au niveau du laboratoire. Il est composé des éléments indiqués par la **Figure (IV.9)**

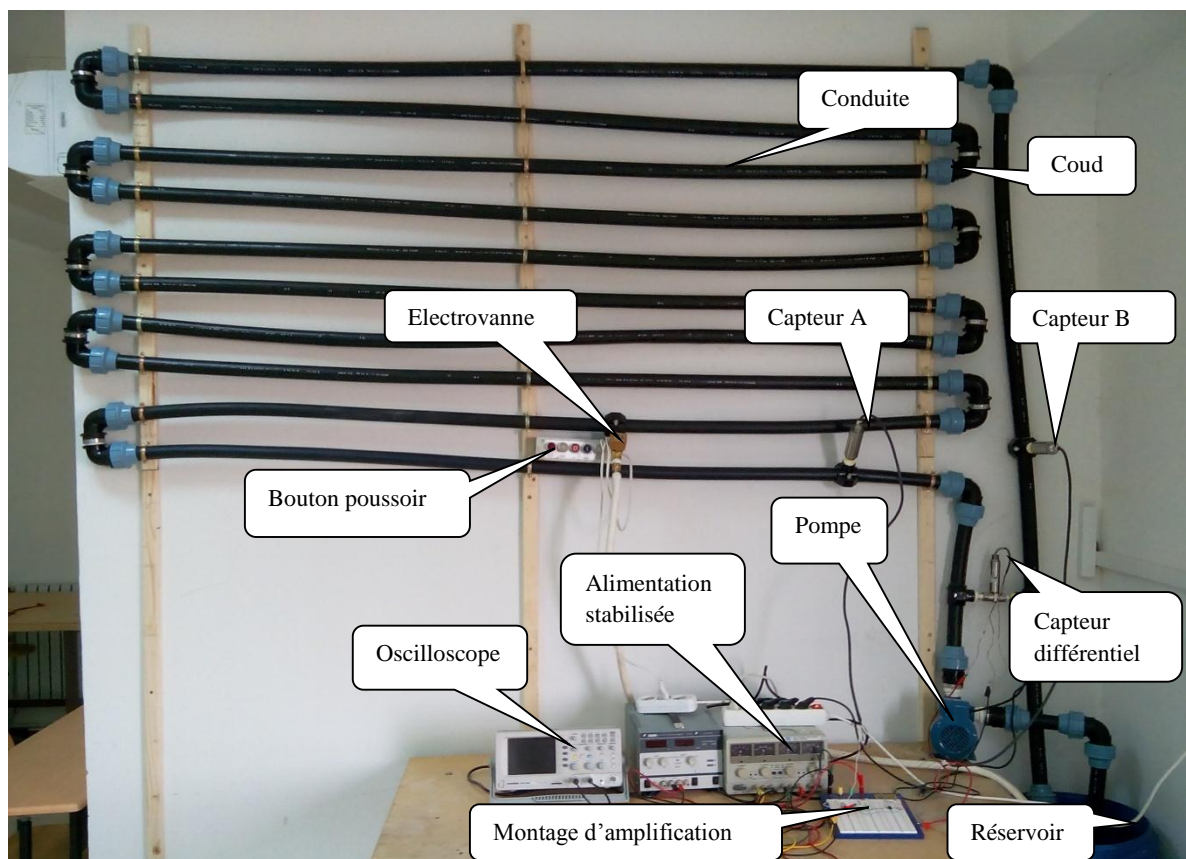


Fig. IV.9. Circuit hydraulique et électrique global.

IV.4.1. Conduite

On a utilisé un tuyau en PHD

Figure (IV.10) de diamètre $\varnothing = 4\text{cm}$, avec une longueur de 26m. afin d'obtenir un circuit fermé des coudes de liaison sont indispensable.

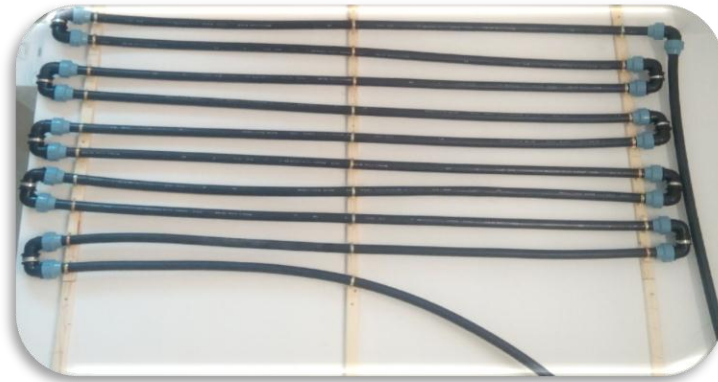


Fig. IV.10. Canal prototype.

IV.4.2. Accessoires

Pour former un circuit hydraulique fermé on a besoin utiliser des coudes et des joints. Afin de fixer les tuyaux au mur on a utilisé également des colliers.

IV.4.3. Fuite d'eau

Pour simuler une fuite on a percé un trou d'un diamètre de 10 mm au niveau de la conduite.

IV.4.4. Electrovanne

Une électrovanne ou électrovalve est une vanne commandée électriquement. Grâce à cet organe il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique **Figure (IV.11)**.

- Une électrovanne d'une puissance de 8 watts avec un débit de 0.7 bars fonctionnant sous une tension de 220V a été placée au niveau du trou percé à cet effet.

-Sa commande se fait à partir d'un bouton poussoir. Pour créer la fuite il suffit d'appuyer sur le bouton poussoir **Figure (IV.12)**.



Fig. IV.11. Électrovanne.



Fig. IV.12. Bouton poussoir

IV.4.5. Pompe

Une pompe d'eau de la marque (CALPEDA), ayant les caractéristiques suivantes **Figure (IV.13)** :

- 1- Débit : $Q_{\min/\max} = 0,4/2,3 \text{ m}^3/\text{h}$
- 2- Puissance : 0,33 kw
- 3- Vitesse de rotation : 2900 tr/min



Fig. IV.13. Pompe.

IV.4.6. Réservoir

Un réservoir en plastique de capacité 100 litres est Utilisée pour stocker l'eau qui circule dans le tuyau **Figure (IV.14)**.



Fig. IV.14. Réservoir

IV.5. Système de détection réalisé

Le système de détection de fuite que nous avons réalisé est composé de deux parties

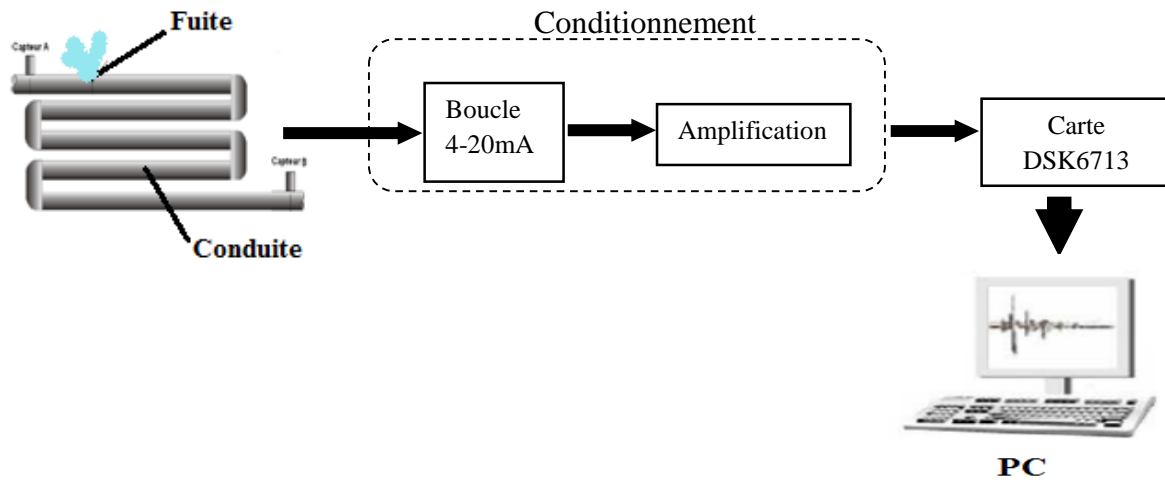


Fig. IV.15. Le circuit électrique du système d'acquisition réalisé.

Les signaux obtenus à partir des deux capteurs de pressions sont basé sur des transducteurs, Ces derniers transforment le signal de pression à des signaux électriques.

Les signaux générés par les capteurs vont passer premièrement par la boucle 4-20mA ensuite ils subissent une adaptation pour rendre le signal exploitable avec un minimum de bruit. La liaison avec le PC est effectuée via une carte DSK6713.

Une fois la carte est connectée via une liaison série, on doit s'assurer de sa liaison avec le PC. Pour ce faire un programme doit être exécuté. Ce programme est délivré avec la carte. Des outils de travail doivent être également installés. Parmi ces outils le CCS (code compose studio). Dans notre cas la version installée est le CCS.v2. On a également installé Matlab 7 pour qu'on puisse utiliser le Simulink. Des tests doivent être effectués pour s'assurer du bon fonctionnement du système.

Une fois la carte est alimentée les LEDs vont être allumées comme indiqué par la **Figure (IV.16)**.



Fig.IV.16. Alimentation de la carte

La carte possède deux entrées stéréo. La première est appelée LIN IN et l'autre MIC IN et deux sorties la première est appelée LIN OUT et la seconde HEAD PHONE **Figure (IV.17)**.



Fig.IV.17 Entrée LIN IN et Sortie LIN OUT

On fait démarrer Matlab

Sur l'espace de travail de Matlab nous exécutons l'instruction `CC = CCSDSP`. Le code composer s'ouvre à travers Matlab.

Nous créons un nouveau fichier Simulink que nous avons appelé pfe1 dans le quelle on met les bloc ADC et DAC comme indiqué par la **Figure (IV.18)**.

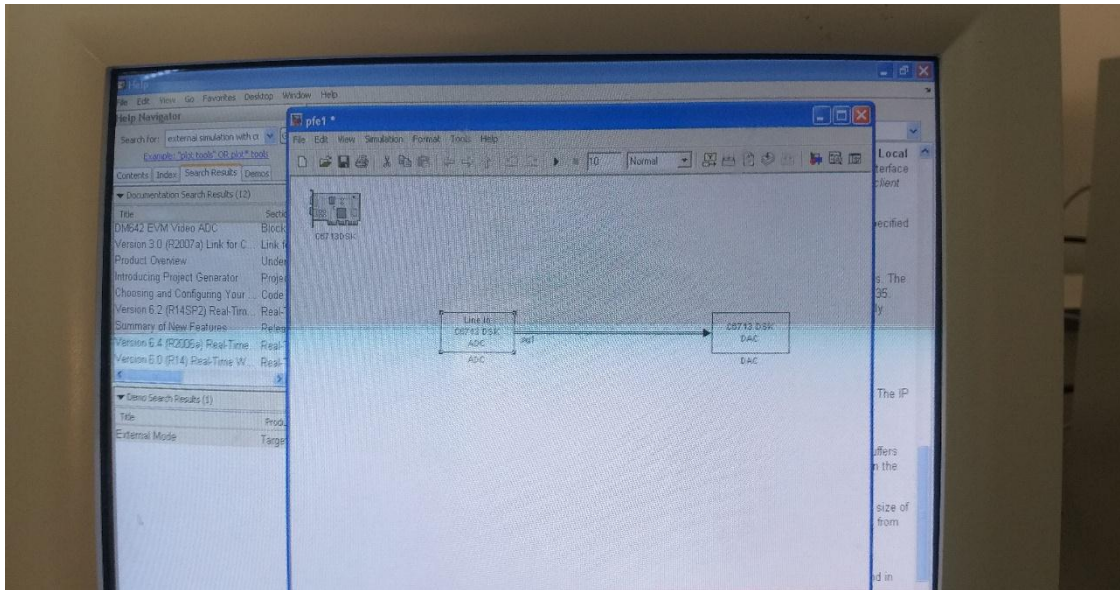


Fig.IV.18 Fichier pfe comportant un DAC et un DAC

Après le buildage et s'il n'y a pas d'erreur un fichier pfe1.out sera généré signifiant que le programme est compilé et chargé dans le processeur **Figure (IV.19)**.

The screenshot shows the MATLAB Command Window with the following output:

```

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.
-aprojectOptions="Custom"
-accompilerOptionsStr=""
-alinkerOptionsStr=""
-advecturNotificationMethod="None"
-advecturNotificationFcn="pfFunction"
-configurePIL40
-configurePILBlockAction="None"
-advecturStackSize=102
-rl0000

### Loading TLC function libraries
.....
### Initial pass through model to cache user-defined code
### Caching model source code
.....
### Writing header file pfe1_types.h
.....
### Writing header file pfe1.h
### Writing source file pfe1.c
### Writing header file pfe1_private.h
.....
### Writing source file pfe1_main.c
### TLC code generation complete.
### Generating the DSP/BIOs configuration file ...
### Creating project in Code Composer Studio(tm)...
### Building Code Composer Studio(tm) project...
### Build complete
### Downloading COFF file
### Downloaded: pfe1.out
  
```

The Command History pane on the left shows the following commands:

```

> close all
> cc=cccdsp
> 25/09/20 16:51 -->
> cc=cccdsp
> checkEnvSetup('ccsv1','6713')
> checkEnvSetup('ccsv2','6713')
> checkEnvSetup('ccsv2','6713')
> checkEnvSetup('help')
> checkEnvSetup()
> checkEnvSetup()
> makefilesetup
> makefilesetup
> ver
  
```

Fig.IV.19 Fichier pfe1.out

Nous débutons les tests avec une entrée sinusoïdale générée par un générateur de fonction comme indiqué par la **Figure (IV.20)**. La sortie obtenue sur oscilloscope est sinusoïdale.

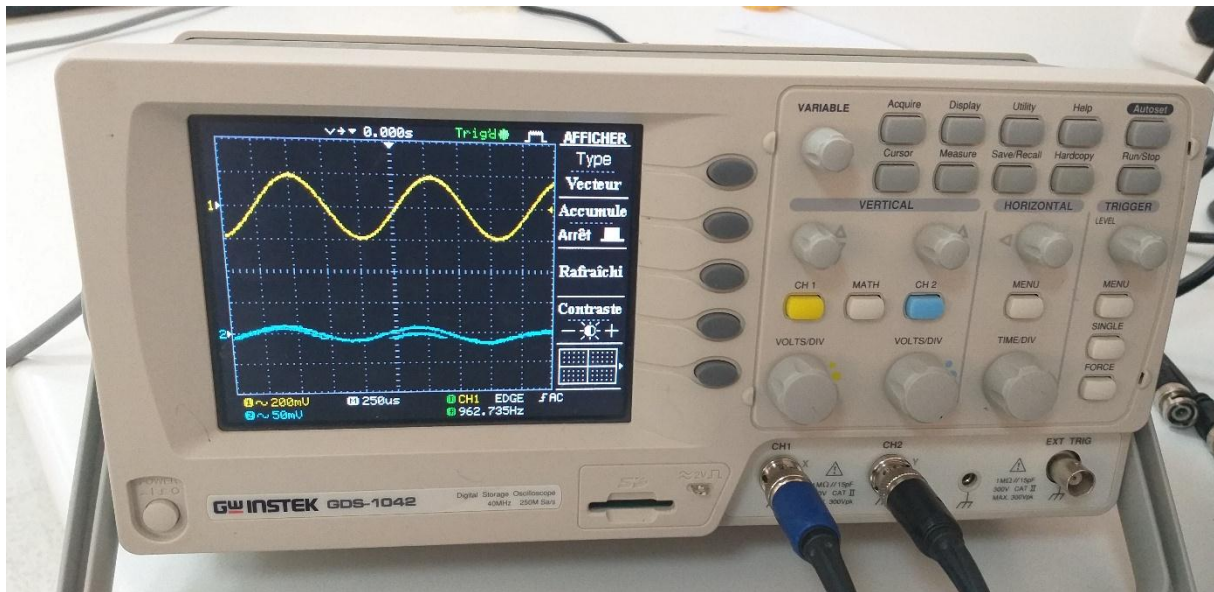


Fig.IV.20. Une seule sortie sinusoïdale

Avec deux signaux sinusoïdaux appliqués à l'entrée MIC IN et en changeant dans la configuration du DAC. A la sortie LIN OUT nous obtenons les signaux donnés par la **Figure (IV.21)**.

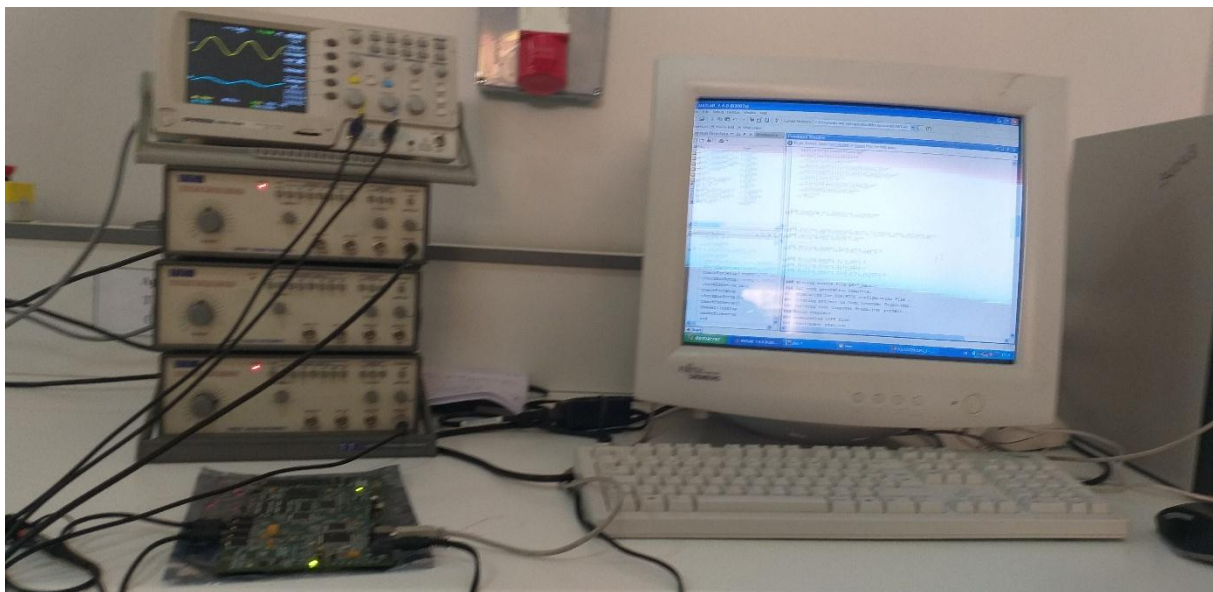


Fig.IV.21. Deux sorties sinusoïdales

Avec deux signaux triangulaires appliqués à l'entrée MIC IN et en changeant dans la configuration du DAC. A la sortie LIN OUT nous obtenons les signaux donnés par la **Figure (IV.22)**.

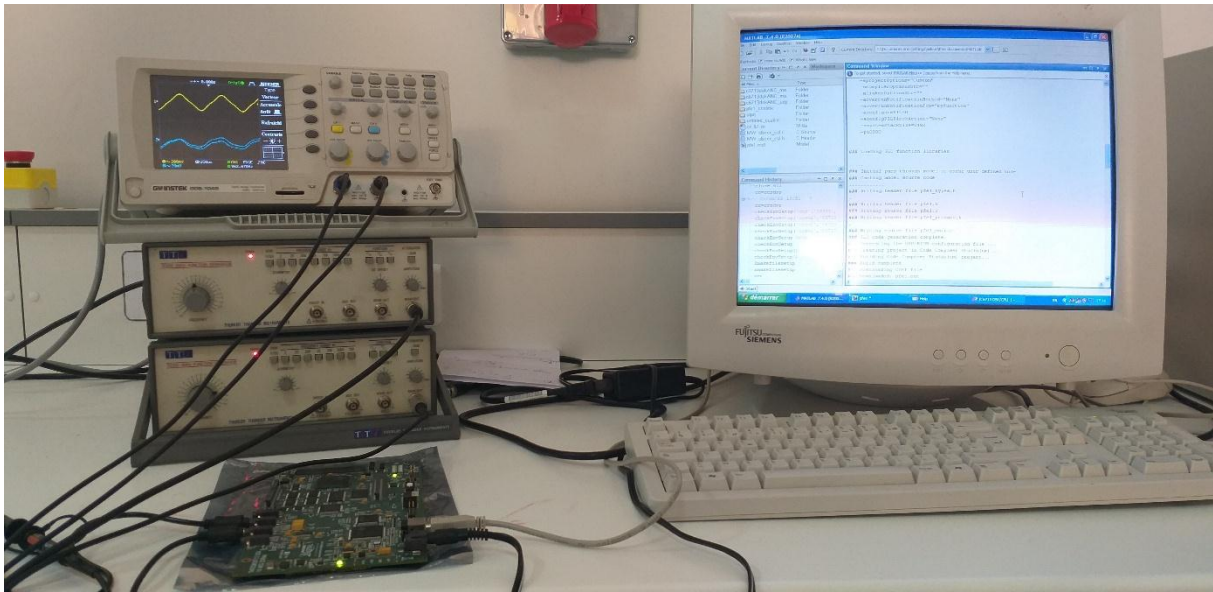


Fig.IV.22. Deux sorties triangulaires

IV.6. Résultats et discussions

Les signaux issus des capteurs de pression via la carte DSK6713 vont être représentés. Sachant que les difficultés d'acquisitions des signaux portant l'information, nous a poussé à faire plusieurs acquisitions. La représentation des signaux temporels peut se faire en exploitant les données enregistrées, en utilisant un programme élaboré sous MATLAB.

Après exécution du programme élaboré sous Matlab, les signaux temporels sont représentés par les figures ci-dessous

Les deux signaux temporels de pression provenant des deux capteurs pour une conduite sans fuite sont représentés par la **Figure (IV.23)**. On constate que ces signaux ont l'allure d'un bruit ayant une amplitude comprise entre -7 et 5 mV. En outre, ces acquisitions ont été prises sur une fenêtre temporelle de 800ms.

❖ Signaux sans fuite des deux capteurs avec le premier test

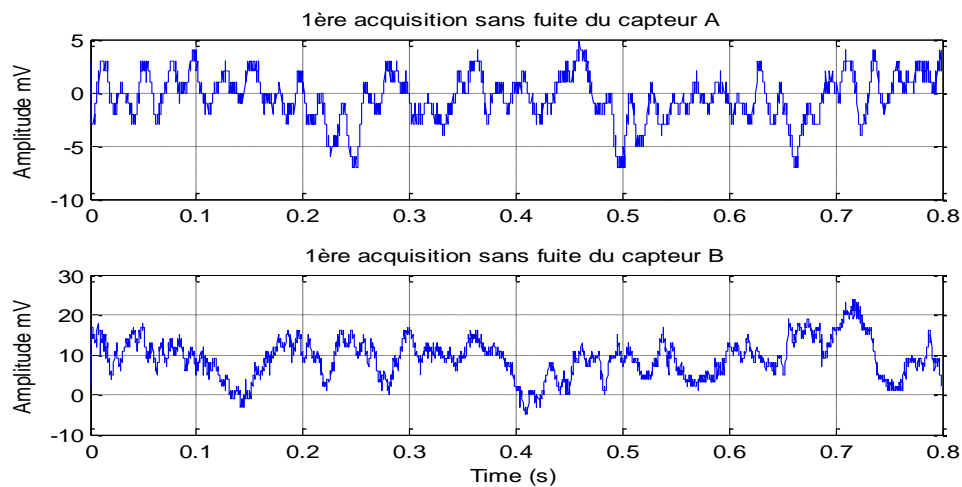


Fig. IV. 23. Signaux temporels sans fuite issus des deux capteurs de pression.

Pour avoir une idée générale de la forme des signaux temporels sans fuite une autre acquisition à été ajoutée (deuxième acquisition) des deux capteurs **Figure (IV. 24)**.

❖ Signaux sans fuite de la deuxième acquisition

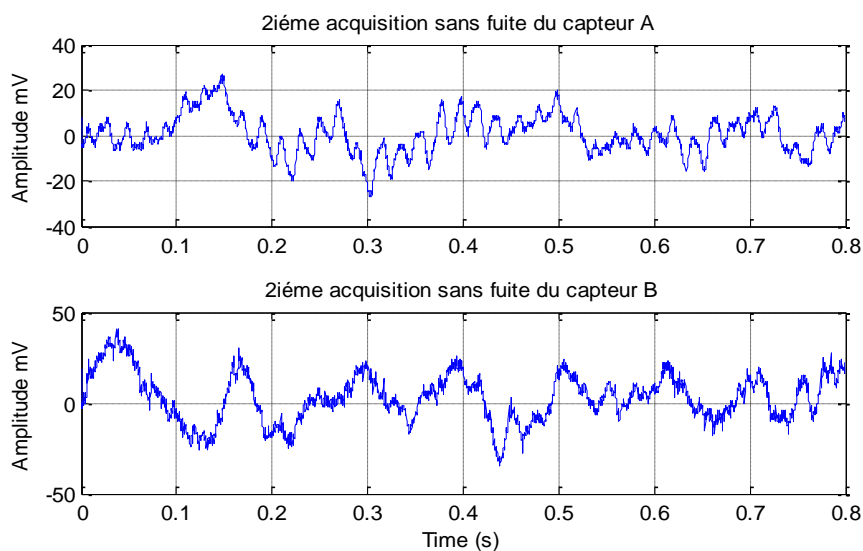


Fig. IV. 24. Signaux temporels sans fuite de la deuxième acquisition.

IV .5.1. Caractéristiques statistiques

Afin de connaître les caractéristiques statiques de nos signaux on a besoin de calculer la moyenne et l'écart type sur une fenêtre temporelle donnée. Pour confirmer le non stationnarité de nos signaux.

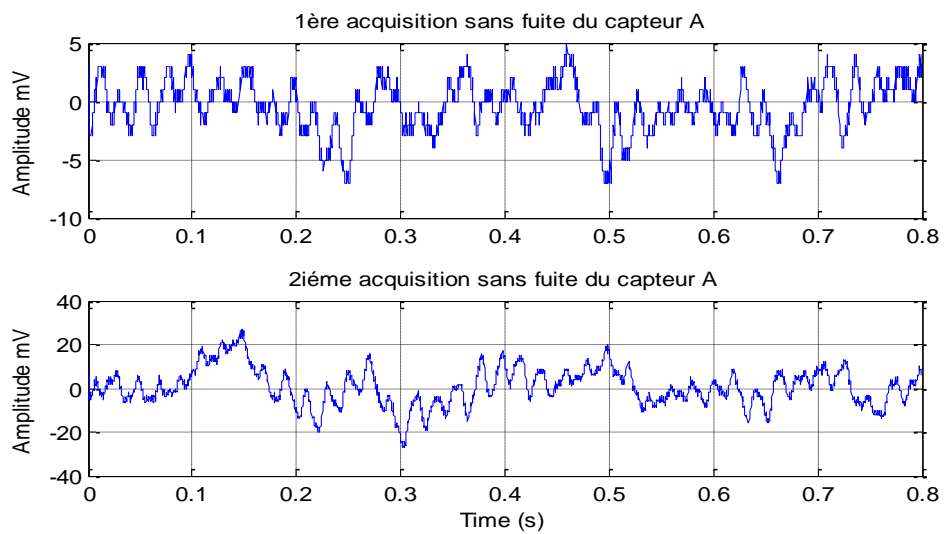
❖ Signaux issus du capteur A (1^{ère} et 2^{ème} acquisition)

Fig. IV. 25. signaux temporels sans fuite issus de capteur de pression A.

M : Moyenne

 σ : Ecart type

Tableau (IV.2). Calcul de la moyenne et l'écart type

	M	σ
1 ^{er} acquisition	-0.4663	2.1824
2 ^{ème} acquisition	0.6963	8.6170

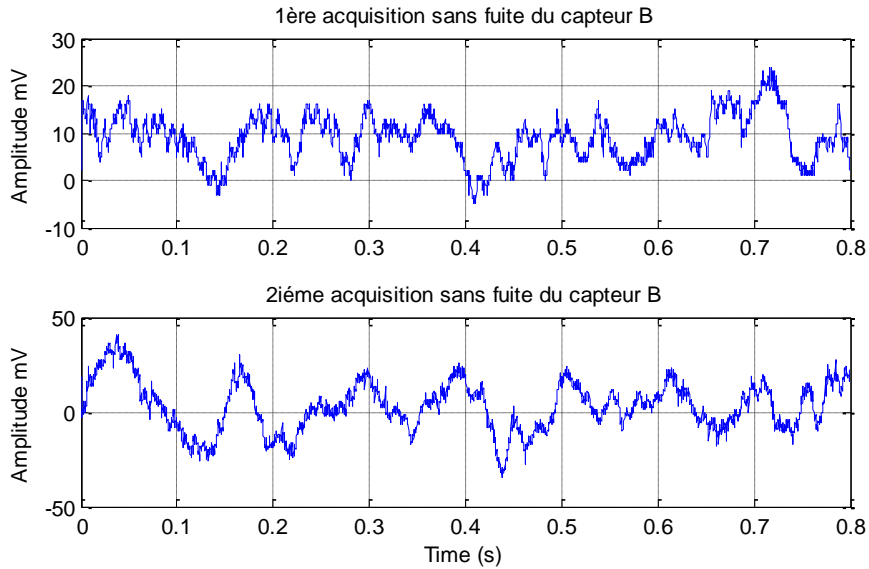
❖ Signaux issus du capteur B (1^{ère} et 2^{ième} acquisition)

Fig. IV. 26. signaux temporels sans fuite issus de capteur de pression B.

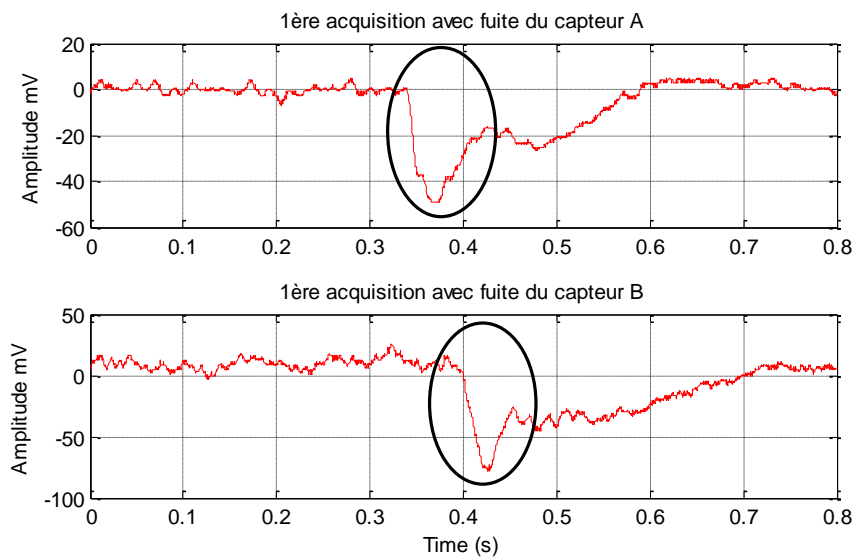
Tableau (IV.3). Calcul de la moyenne et l'écart type

	M	σ
1 ^{ère} acquisition	9.1487	4.8536
2 ^{ième} acquisition	3.0033	13.2281

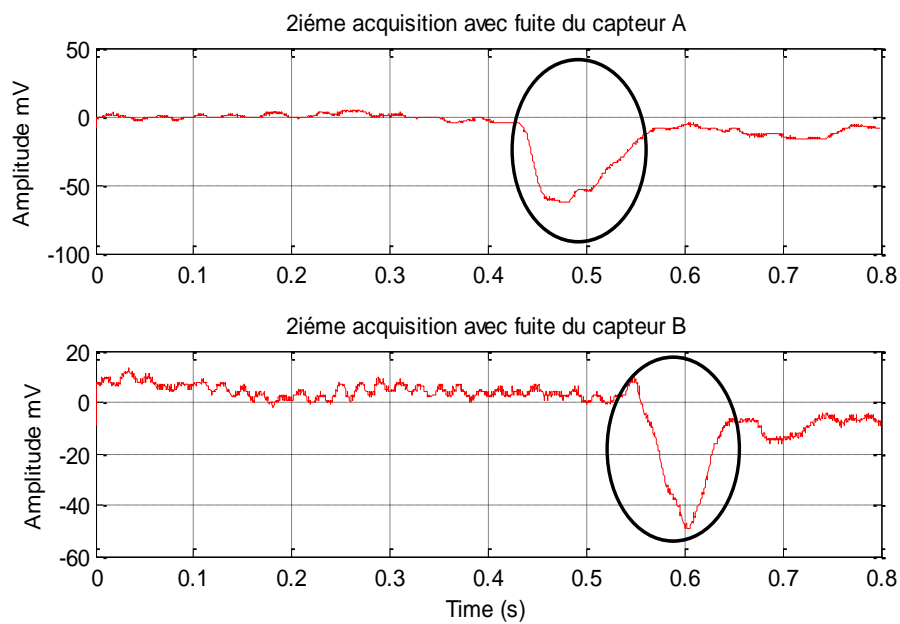
En analysant les caractéristiques statistiques des signaux sans fuite des deux capteurs on constate que ces derniers sont des signaux non stationnaires.

Pour confirmer le non stationnarité de nos signaux avec fuite des deux capteurs on procède de la même façon. Deux acquisitions ont été choisies arbitrairement parmi les signaux acquis

❖ Signaux avec fuite de la première acquisition

Fig. IV.27. Signaux avec fuite des deux capteurs, 1^{ère} acquisition.

❖ Signaux avec fuite de la deuxième acquisition

Fig. IV.28. Signaux avec fuite des deux capteurs, 2^{ième} acquisition.

❖ Signaux avec fuite issus du capteur B (1^{ère} et 2^{ième} acquisition)

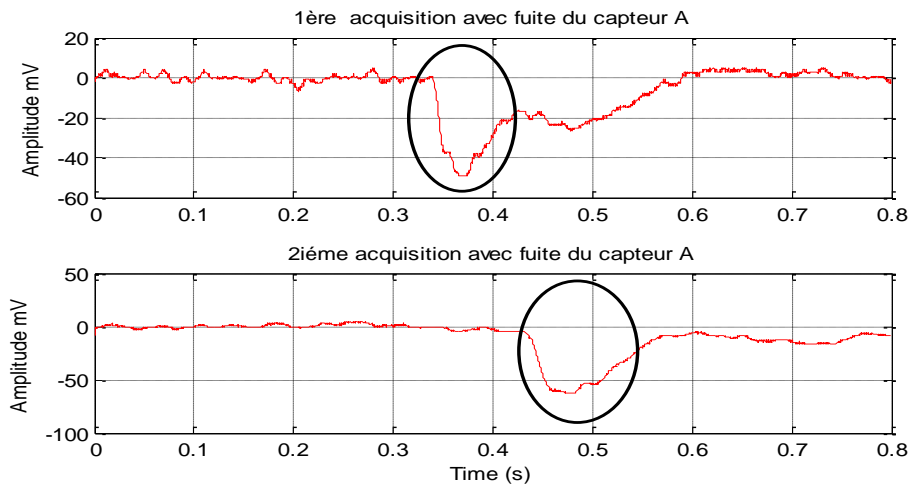


Fig. IV. 29. Signaux temporels avec fuite issus de capteur de pression A.

Tableau (IV.4). Calcul de la moyenne et l'écart type

	M	σ
1 ^{ère} acquisition	-6.1952	12.4416
2 ^{ième} acquisition	-9.9965	16.2512

❖ Signaux avec fuite issus du capteur B (1^{ère} et 2^{ième} acquisition)

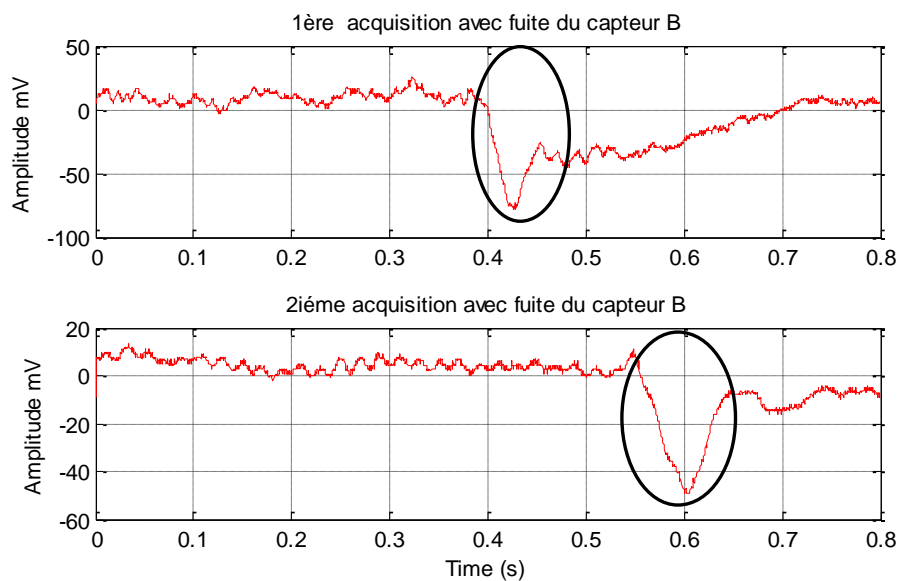


Fig. IV. 30. Signaux temporels avec fuite issus de capteur de pression B.

Tableau (IV.5). Calcul de la moyenne et de l'écart type

	M	σ
1 ^{ère} acquisition	-5.4108	21.1886
2 ^{ème} acquisition	-1.6105	11.6912

De la même manière en analysant les caractéristiques statistiques on constate que ces signaux sont des signaux non stationnaires.

IV.6. Conclusion

Dans notre travail on a analysé les signaux de fuite d'eau issue du réseau prototype réalisé au niveau du laboratoire. Pour pouvoir traiter les fuites qui survient sur ces derniers, on a besoin d'acquérir ces signaux en temps réel et par la suite les analyser pour confirmer la présence de la fuite. On a utilisé la carte DSK 6713 dans ce but. Nous avons constaté que ces signaux sont non linéaires et non stationnaires.

Conclusion
Générale

Conclusion générale

La distribution d'eau a pour fonction de livrer de façon continue une eau de bonne qualité et avec une quantité suffisante à une pression adéquate. Les réseaux de distribution subissent des dégradations au cours du temps qui peuvent engendrer des fuites. Des efforts doivent alors être consentis pour minimiser ces fuites qui causent des pertes économiques et des risques pour la santé publique ainsi que des problèmes d'environnement. Les bilans d'eau donnent une idée globale des quantités perdues et permettent de cerner les zones du réseau où se produisent des fuites importantes. La détection de fuite et sa localisation précise est parmi les facteurs déterminants pour réduire cette perte économique et atteindre un bon rendement de réseau, des différentes techniques sont en mis en œuvre, la plus utilisée est la corrélation acoustique de deux signaux issues de deux capteurs généralement posé sur des bouches d'incendie. Cette dernière a besoin toujours des utilisateurs professionnels pour sa localisation, car les bruits environnants dues aux activités quotidiennes ou trafic routiers peuvent lors de leurs corrélation données un pic simulant l'existence d'une fuite. Elle est mise en problème dans le cas des canalisations en plastique par ce que le matériel de détection acoustique des fuites a été conçu principalement pour les conduites métalliques. Les conduites en plastique sont plus silencieuses et ne transmettent pas les bruits autant que les conduites métalliques.

Dans le cadre de ce travail, nous avons pensé à remédier à ce problème par l'utilisation de capteurs de pression. Ces derniers ont l'avantage d'être très précis. Leurs informations ne sont pas influencées par les bruits de l'environnement. Nous avons constaté lors de l'application de la méthode 4-20A que les signaux issus des deux transmetteurs de pression sont reproductibles sur n'importe quel point sur la conduite là où les capteurs sont installés, signifiant que nos signaux sont relevés avec une grande certitude. Nous avons utilisé la carte TMS 320C6713 DSK à base du DSP TMS320C6713 de Texas instrument, pour qu'on puisse avoir des informations en temps réel. Nous avons constaté en faisant une analyse mathématique sur les signaux que ces derniers sont de nature aléatoire.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté une généralité sur les réseaux de distributions et les fuites d'eau, suivi d'un panorama des différentes techniques de détection de fuites.

Le deuxième chapitre a été dédié à la carte DSK TMS320C6713, et on a présenté son architecture interne, ces caractéristiques sont aussi éclaircies pour mieux comprendre son fonctionnement global.

Dans le troisième chapitre, nous avons parlé de la chaîne d'acquisition, et on a présenté les capteurs et leurs types, On a exposé également la signification d'un transmetteur et ses différents types, puis nous avons présenté La boucle de courant 4-20 mA et les conditions de leur application

Enfin le quatrième chapitre on a analysé les signaux de fuite d'eau issue de notre conduite d'eau prototype réalisé au niveau du laboratoire. Pour pouvoir traiter les fuites qui surviennent sur ces derniers, on a besoin d'acquérir ces signaux en temps réel et par la suite les analyser pour confirmer la présence ou l'absence de la fuite. On a utilisé la carte DSK 6713 dans ce but. La carte a montré des bonnes performances concernant ce genre de signaux. L'analyse des signaux a fait part de notre travail dans ce chapitre. Nous avons constaté que nos signaux en calculant les moyennes et l'écart type qu'ils sont non stationnaires.

Comme perspective, nous pensons à estimer des paramètres par les techniques d'optimisation d'un nouveau modèle mathématique de détection et de localisation de fuites dans les réseaux de distribution d'eau potable que nous proposons. Eventuellement, le réseaux hydraulique a besoin d'amélioration pour qu'il soit plus efficace comme l'ajout des débitmètres de précision pour le control des quantité d'eau qui se perd. Nous pensons également a installé des arduinos avec leurs Schilds puisqu'ils sont économique pour pouvoir transmettre à distance les signaux acquis pour les analyser à distance.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] : Boutatia fadila : Application d'un algorithme de détection de fuite dans une conduite d'eau prototype, master, Université Mohamad Boudiaf de M'sila, juin, p3
- [2] : Madouni Abdelhafid : Modélisation du réseau d'alimentation en eau potable de la ville de maghnia avec le logiciel porteau, master, Université Abou bekr belkaid Tlemcen juillet 2013, P 6-9.
- [3] : Amour Mohamed, Modélisation de pression sur le réseau d'eau potable de la partie est de la commune de Tipaza et impact sur le rendement, master, département hydraulique urbaine, avril 2017, P1.
- [4] : Savane Mohamad ; dimensionnement des réseaux d'AEP et d'assainissement de la localité de la M'sala commune de chetouane, Université Abou bekr belkaid Tlemcen, septembre 2012, P8-10.
- [5] : hantaz Salah ; étude et réalisation d'un système de détection de plusieurs fuites d'eau dans un canal prototype, master, Université Mohamad Boudiaf de M'sila, juin, 2016, P21.
- [6] : WWW.SERVICES.EAUFRANCE.FR
- [7] : Belaidi Bilal, Aziz Abdelkader, étude des réseaux d'AEP de la commune d'afir (W) de Boumerdes, master, Université de Boumerdes, 2016.
- [8] : Zerdane Fadhila, idjraoui Nawal, étude des réseaux d'AEP et d'assainissement des eaux usées du pos airis, commune de chellata, daïra d'akbou, W. Bejaia, master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, juin, 2016, P39.
- [9] : Tighremt Smail et Habib Tayeb, étude du réseau de distribution d'eau potable de la ville d'aokas wilaya de Bejaia, master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia, juin, 2014, P25-26.
- [10] : Baout Abderraouf, Réhabilitation du réseau d'AEP pos sud de la ville de Guelma, master, Université de 08 MAI 1945 de Guelma, juin, 2018, P25
- [11] : Ben hamza Oussama. Méthode de détection de fuite dans un système hydraulique par analyse de l'onde de pression, master, Université Badji Mokhtar Annaba, Juin 2019, P3-9.
- [12] :Texas Instruments Inc ... (2000). TMS320C6000 CPU and Instruction Set Reference Guide, <http://focus.TI.com/lit/ug/spru189f/spru189f.pdf>, (16 décembre 2003).
- [13] : Texas Instruments, TMS320C6713, Floating-Point Digital Signal Processors, Data Sheet, Dallas, TX, June 2006.
- [14] : Z.W. Mekonnen, "Digital Signal Processing Applications using DSK C6713", Communications Laboratory, University of Kassel, 2009.

Références bibliographiques

- [15] : Shehrzad Qureshi, „Embedded Image Processing on the TMS320C6000 DSP, Example in Code Composer Studio (20 juillet2006, 452 pages).
- [16] : TMS320C6000 Programmer's Guide, SPRU198G, Texas Instruments, Dallas, TX, 2002.
- [17] : Capteurs et Chain d'acquisition-ENS Paris-Saclay-éduscol STI <https://eduscol.education.fr>
- [18] : Instrumentation CIRA Chapitre 2 Capteurs et transmetteurs 2006-2007 https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%2520-%2520Capteurs.pdf&ved=2ahUKEwiBtKGamr7rAhV2A2MBHdpmDvEQFjAAegQIAxAB&usg=AOvVaw3AW1BbKOptYfiMv_8ODQPy
- [19] : La Boucle de courant 4-20mA, Sources : vcprien@wanadoo.fr <http://www.sensorique.fr.st/>, Contrôleur pH / Conductivité, Projet Baccalauréat 2005.
- [20] : Chapitre4 expérimentaux (analyse des résultats)
- [21] : La boucle de courant 4-20mA de M. Vincent Cyprien< vcprien@club-internet.fr > https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://meteosat.pessac.free.fr/Cd_elect/Doc_pdf/lien/loop420.pdf&ved=2ahUKEwjUzMH2nMhAhWOyYUKHR3OCGAQFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw0vxSGbg-uO4g1CnfSe9s6_&cshid=1598732076384

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire a été consacré à la caractérisation des signaux de fuite dans les réseaux de distribution. On a appliqué une technique appelée 4-20mA très utilisée en industrie à cause de sa fiabilité pour l'acquisition des signaux provenant des fuites au niveau d'une conduite de distribution d'eau. Les fuites qui sont les principales conséquences des endommagements causent une perte économique sans équivoque. Cela à pousser les responsables des réseaux à chercher des moyens efficaces pour réduire leurs effets. A fin de simuler le réseau de distribution on à réaliser une conduite prototype au niveau de notre laboratoire sur laquelle on a créé des orifices commandés simulant la fuite. L'acquisition des signaux de fuite a été effectuée par deux transducteurs de pression lié à un système de conditionnement. Le travail est divisé en deux parties, une partie hardware et une autre software. La partie pratique se base sur l'acquisition des signaux comportant l'information de la fuite et la partie programmation est utilisée pour gérer la carte DSK6713 qui a besoin de logiciels pour quelle fonctionne en temps réel.

Abstract

The work presented in this thesis was devoted to the characterization of leakage signals in distribution networks. We applied a technique called 4-20mA widely used in industry because of its reliability in acquiring signals from leaks in a water distribution pipe. Leaks, which are the main consequences of damage, cause unequivocal economic loss. This pushes those in charge of the networks to look for effective means to reduce their effects. In order to simulate the distribution network, we have to make a prototype pipe in our laboratory on which we have created controlled orifices simulating the leak. The acquisition of the leak signals was carried out by two pressure transducers linked to a conditioning system. The work is divided into two parts, a hardware part and another software part. The practical part is based on the acquisition of signals including information about the leak and the programming part is used to manage the DSK6713 card which needs software for it to work in real time.

ملخص

تم تخصيص العمل المقدم في هذه الرسالة لتوصيف إشارات التسرب في شبكات التوزيع. طبقنا تقنية تسمى 4-20 mA مستخدمة على نطاق واسع في الصناعة بسبب موثوقيتها في الحصول على إشارات من التسريبات في أنبوب توزيع المياه. التسريبات، وهي العواقب الرئيسية للضرر، تسبب خسارة اقتصادية لا لبس فيها. هذا يدفع المسؤولين عن الشبكات للبحث عن وسائل فعالة للحد من آثارها. من أجل محاكاة شبكة التوزيع، يتعين علينا عمل نموذج أولي لأنبوب في مختبرنا حيث أنشأنا فتحات محكمة تحاكي التسرب. تم الحصول على إشارات التسرب بواسطة محولين ضغط مرتبطين بنظام تكييف. ينقسم العمل إلى جزأين، جزء جهاز وجزء برمجي آخر. الجزء العملي يقوم على أساس الحصول على الإشارات بما في ذلك المعلومات حول التسرب ويتم استخدام جزء البرمجة لإدارة بطاقة DSK6713 التي تحتاج إلى برنامج لتشغيلها في الوقت الحقيقي..