

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد حطب البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Filière Électronique

Spécialité instrumentation

présenté par

El-lahiani Hocine

&

Fekir Abdellah

Détection d'anomalies dans un service de radiothérapie

Proposé par : Allam Abdelkrim & Co-encadré par Nadjemi Omar

Année Universitaire 2017-2018

Remerciements

Avant tout, nous louons Allah le tout-puissant pour nous avoir donné la patience et la volonté afin de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons nos profonds remerciements, notre vive reconnaissance et notre sincère gratitude à Messieurs **Allam A.** et **Baghradji A.**, qui nous ont permis de poursuivre notre projet au sein du **CDTA** et **Nadjemi O.**, pour avoir accepté de nous co-encadrer, pour leurs conseils et leurs précieuses orientations qu'ils n'ont cessé de nous apporter tout au long de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mme **Brahimi N.** et Mme **Khmissi L.**, pour leur aide, ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à, Monsieur **YEKHLEF.**, pour son aide et ses conseils.

Nous remercions également Monsieur **Guessoum A.**, Pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury de soutenance.

Nous tenons à remercier Monsieur **Fas L.**, pour ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous remercions les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail **Kab S.**,
Fekir N.

Enfin, Nous tenons à remercier chaleureusement nos collègues, avec qui nous avons partagé l'apprentissage. Merci pour le sourire, l'aide et la gentillesse.

Dédicace :

*Avant tout, à mes très chers parents qui m'ont tout offert...
A toute ma famille qu'elle soit proche ou lointaine ;
A mon frère et ma sœur ;
A tous mes ami(e)s.*

***A Tous, Je dédie ce travail.
Abdellah***

Dédicace :

Avant tout, à mes très chers parents qui m'ont tout offert...

A toute ma famille ;

A mes frères ;

A tous mes camarades Instrumentation 2018.

***A Tous, Je dédie ce travail.
Hocine***

ملخص:

الهدف الرئيسي من المشروع هو الكشف عن الخلل في قسم العلاج الإشعاعي. الجزء الأول من هذا العمل هو دراسة كيفية استخدام المستشعر «MS6503» ذي التوصيلة التسلسلية «RS232» وفك تشفير بروتوكول الاتصال الخاص به. أما الجزء الثاني من هذا العمل هو تخزين بيانات المستشعر (درجة الحرارة والرطوبة) في غرفة العلاج الإشعاعي. يتم محاكاة هذا الجزء من العمل الذي يصب في برنامج فك الشفرات وعرضها، المنجز من طرف فريق البحث (ICQ) باستخدام TOOLKIT FILE I/O من برنامج LabVIEW

كلمات المفاتيح: مستشعر MS6503، toolkit file I/O، RS232، LabVIEW.

Résumé : L'objectif principal de ce mémoire est la détection d'anomalie dans un service de radiothérapie. La première partie de ce travail est l'étude du mode d'utilisation du capteur MS6503 à liaison série filaire type RS232 et le décryptage de son Protocole de communication. La deuxième partie de ce travail consiste à faire le stockage des données de la température et de l'humidité de la salle de traitement radiothérapie. La simulation de cette partie est assemblée dans le programme de décryptage et d'affichage, réalisé par l'équipe (ICQ), en utilisant les toolkit file I/O du logiciel LABVIEW.

Mots clés : capteur MS6503, toolkit file I/O, LABVIEW, RS232.

Abstract: The main objective of this thesis is the detection of anomaly in a radiotherapy department. The first part of this work is the study of how to use the MS6503 sensor of a wired serial RS232 serial link and the decryption of their communication protocol. The second part of this work is to store the temperature and humidity sensor data of the radiotherapy treatment room, and the simulation of this part assembled in the decryption and display program, that is done by the team (ICQ), by the toolkit file I / O of LABVIEW software.

Keywords: MS6503 sensor, toolkit file I / O, LABVIEW, RS232.

Listes des acronymes et abréviations

PE : Plane echell.

RTD: resistance Temperature detection.

USB: Universal Serial Bus.

DCT: Data Circuit Termination.

DTE: data Terminal Equipment.

CD: Carrier Detector.

Rx=RD: Receive Data.

Tx=TD: Transmit Data.

DTR: Data Terminal Ready.

GND: Signal Ground Common.

DSR: Data Set Ready.

RTS: Request to Send.

CTS: Clear to Send.

RI: Ring Indicator.

ASCII: American Standard Code for Information Inter change.

UART: Universal Asynchronous Receiver Transmitter.

LCD : liquid Crystal display ou dispositif d'affichage à cristaux liquides.

VI: Instruments virtuels.

CFTOOL: Cuvre Fitting Toolbox.

LABVIEW: Laboratory virtuel Instrument Engineering Workbench.

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 Généralités	
1.1 Introduction.....	3
1.2 Les capteurs physiques.....	3
1.2.1 Capteur actif.....	4
a Effet thermoélectrique.....	4
b Effet piézo-électrique.....	4
c Effet d'induction électromagnétique.....	4
d Effet photo-électrique.....	5
e Effet Hall.....	5
f Effet photovoltaïque.....	5
1.2.2 Capteurs passifs.....	5
1.3 Caractéristiques des capteurs.....	6
1.3.1 Sensibilité.....	6
1.3.2 Linéarité.....	7
1.3.3 Domaine d'utilisation.....	7
1.3.4 Etendue de mesure.....	7
1.3.5 Grandeurs d'influence.....	7
1.4 Capteurs de température.....	8
1.4.1 Thermomètre à thermocouple.....	8
1.4.2 Thermistance.....	9
1.4.3 Les sondes RTD.....	10
1.5 La liaison série RS232.....	11
1.5.1 Format d'une trame.....	12

1.5.2	Vitesse de transmission.....	13
1.5.3	Le code ASCII.....	13
1.5.4	Niveaux logiques.....	14
1.5.5	Le connecteur DB9.....	14
a	Connection Male-Femelle.....	14
b	Connection DB9 USB.....	15
1.5.6	Interface RS232 USB.....	15
1.6	Conclusion.....	16

Chapitre 2 Décryptage du protocole de communication d'un capteur embarqué

2.1	Introduction	17
2.2	Mode d'utilisation du capteur MS6503.....	18
2.2.1	Configuration du capteur MS6503	19
a	Mode de fonctionnement Continue.....	19
b	Mode de fonctionnement extinction automatique.....	19
2.3	Décryptage des données du capteur MS6503.....	20
2.3.1	Procédure de décryptage.....	20
2.3.2	Lecture et conversion des données.....	20
2.3.3	Identification du nombre de trames pour chaque itération.....	22
2.3.4	Identification des octets.....	22
2.4	Attribution d'une formule qui traduit le code en valeurs réelles.....	23
2.4.1	Méthodes mathématique.....	24
a	Relevé des données.....	24
b	Calcul d'erreur.....	29
2.5	Développement d'un code de lecture du capteur sous LABVIEW et son intégration dans l'application globale.....	29

2.5.1	La conversion de l'ASCII vers la décimale.....	31
a	VI String Subset Function.....	31
b	VI Type Cast Function.....	31
2.5.2	La conversion du scalaire vers vecteur.....	32
2.5.3	Repérage des identificateurs de séquence.....	32
2.5.4	Organigramme de conversion.....	33
2.5.5	Programme inséré les formules polynomiales.....	35
2.6	VI VISA Configure Serial Port.....	35
2.7	Conclusion.....	37
Chapitre 3 Stockage des informations donné par le capteur MS6503		
3.1	Introduction.....	38
3.2	Introduction a LABVIEW.....	38
3.2.1	Les Instruments virtuels (Vis).....	39
3.2.2	Environnement LABVIEW	41
a	Barre d'outils de la face avant.....	41
b	Barre d'outils du diagramme.....	43
c	Menus contextuels	43
d	Menus.....	43
e	Palettes	43
f	Palette d'outils.....	44
g	Palette de commandes	44
h	Palette de fonction.....	45
i	Contrôles et indicateurs numérique.....	45
j	Contrôles et indicateur booléens.....	46
3.2.3	Palette programming.....	46
3.3	Développement des programmes de stockage.....	47

3.3.1 Enregistrement par Toolkit « Report génération ».....	50
a Développement de programme et la face avant par LabVIEW.....	50
b Enregistrement des données sur Excel.....	51
3.3.2 Enregistrement par Toolkit « File I/O » de la forme texte.....	51
a Développement de programme et la face avant par LabVIEW.....	51
b Enregistrement sur fichier texte.....	54
3.3.3 Enregistrement par Toolkit « File I/O » de la forme tableau.....	55
a Block d'ouvrir/créer d'un fichier et écriture.....	55
a.1. VI « Open/Create/Replace File »	55
a.2. VI « Write to Text File »	56
a.3. VI « Concatenate Strings »	56
b Block d'insert les données.....	56
c Le fichier texte de la forme tableaux.....	57
3.4 Conclusion.....	57
Conclusion générale.....	58
Annexes	60
Bibliographie	74

Liste des figures

Figure 1.1 Exemple de prélèvement d'un mesurande m et de la réponse s correspondante du capteur.....	4
Figure 1.2 Principe de fonctionnement d'un thermocouple.....	9
Figure 1.3 Thermistance.....	10
Figure 1.1 Architecture Physique d'un RTD.....	10
Figure 1.5 Liaison série asynchrone à trois fils entre deux terminaux.....	12
Figure 1.6 Format d'une trame.....	13
Figure 1.7 Niveau logique de transmission.....	14
Figure 1.8 Nomenclature des broches de connecteur DB9.....	14
Figure 1.9 Connection des pines de connecteur DB9 Male-Femelle a 3 files.....	15
Figure 1.10 Connection des pines de connecteur DB9 avec USB a 3 files.....	15
Figure 1.11 Universal Asynchrones Receiver Transmitter.....	15
Figure 2.1 Capteur de température et d'humidité MS6503.....	18
Figure 2.2 Vue du capteur MS6503 avec les 2 principaux boutons à manipuler (Power et Hold).....	19
Figure 2.3 Mode de fonctionnement du capteur en mode de fonctionnement continu.....	19

Figure 2.4 Mode de fonctionnement du capteur en mode extinction automatique.....	19
Figure 2.5 Procédure de décryptage du capteur.....	20
Figure 2.6 Hyper Terminal.....	20
Figure 2.7 Moniteur RS232 sous MATLAB.....	21
Figure 2.8 Interface de lecture du capteur, réalisé avec MATLAB.....	21
Figure 2.9 Identification de chaque octet dans l'itération de 9 octets.....	22
Figure 2.10 Procédure de relevé des points de mesures de la température et d'humidité.....	24
Figure 2.11 Application 1(convertir une décimale vers une hexadécimale)	25
Figure 2.12 Application 2.....	25
Figure 2.13 Software du capteur MS6503.....	26
Figure 2.14 L'outil <i>CFTOOL</i> de MATLAB.....	26
Figure 2.15 Courbe de fitting de la température.....	28
Figure 2.16 Courbe de fitting de l'humidité.....	28
Figure 2.17 Diagramme en block de la partie conversion du code LABVIEW.....	30
Figure 2.18 VI d'extraction d'un élément d'un vecteur.....	31
Figure 2.19 VI de conversion de l'ascii vers décimale.....	31
Figure 2.20 VI qui converti plusieurs escaliers en un vecteur.....	32

Figure 2.21 VI de recherche dans un vecteur.....	32
Figure 2.22 Organigramme de décryptage et de conversion des données du capteur MS6503.....	33
Figure 2.23 Plateforme de monitoring conçu avec LABVIEW avec code capteur intégré.....	34
Figure 2.24 Fenêtre d'ajustage de la température et de l'humidité.....	34
Figure 2. 25 Diagramme des fonctions de température T et humidité H du code LABVIEW.....	35
Figure 2. 1 Plateforme avant VISA.....	35
Figure 2. 2 VI VISA Configure Serial port.....	36
Figure 2. 3 VI VISA Read.....	36
Figure 2. 4 VI VISA Close.....	36
Figure 3. 1 La face avant d'un VI.....	39
Figure 3. 2 La face avant et son diagramme.....	40
Figure 3. 3 Fenêtre de démarrage.....	41
Figure 3. 4 Barre d'outils de face avant.....	41
Figure 3. 5 Barre d'outils du diagramme.....	43
Figure 3. 6 la palette d'outils.....	44
Figure 3. 7 La palette de commandes.....	44
Figure 3. 8 la palette de fonctions.....	45

Figure 3. 9 Contrôles et indicateur.....	45
Figure 3. 10 les booléens.....	46
Figure 3. 11 Palette programming.....	46
Figure 3. 12 La palette de Toolkit Génération de rapports.....	47
Figure 3. 13 palette Excel Specific.....	48
Figure 3. 14 La palette Excel General.....	48
Figure 3. 15 La palette de la toolkit File I/O.....	48
Figure 3.16 Toolkit Timing.....	49
Figure 3. 17 VI Get Date/Time In Seconds.....	49
Figure 3. 18 VI Get Date/Time String.....	49
Figure 3.19 Développement de programme et la face avant par LabVIEW.....	50
Figure 3. 20 la face avant de programme.....	50
Figure 3. 21 Fichier d'enregistrement Excel.....	51
Figure 3. 22 VI Format Into String.....	52
Figure 3. 4 VI close file.....	52
Figure 3. 5 VI format string.....	52
Figure 3. 6 VI errer.....	53
Figure 3. 7 programme d'écriture dans fichier.....	53

Figure 3.27 Développement du programme et la face avant par LabVIEW.....	53
Figure 3. 28 La face avant de programme.....	54
Figure 3.29 Enregistrement sur fichier texte.....	54
Figure 3. 30 le premier bloc.....	55
Figure 3. 31 VI Open/Create/Replace File.....	55
Figure 3.32 VI Write to Text File.....	56
Figure 3.33 VI Concatenate Strings.....	56
Figure 3.34 deuxième block.....	56
Figure 3. 35 Le fichier texte.....	57

Liste des tableaux

Tableau 1.1 Capteurs actifs : principes physiques de base.....	5
Tableau 1.2 Capteurs passifs : principes physiques et matériaux.....	6
Tableau 1. 1 Composition et lettre désignant les thermocouples normalisés.....	9
Tableau 1.4 Quelques vitesses normalisées.....	13
Tableau 2. 1 Une partie du tableau de comparaison du code avec les valeurs réelles.....	23
Tableau 2.2 Les caractéristiques du capteur.....	29
Tableau 1 Tableau de comparaison des codes capteur et les grandeurs mesurées.....	60
Tableau 2 les trois trams de température.....	65
Tableau 3 les trois trams de l'humidité.....	66
Tableau 4 classification des information (les grandeur physique, temps et la date)	67

Introduction générale

Les moyens de contrôle et de la surveillance sont très utilisés dans les services médicaux. La connaissance des différents indicateurs tels que le rendement et l'état des machines de simulation et de traitement, suivi de système d'allumage de la climatisation, les groupes électrogènes ou onduleurs installés en cas de coupure d'électricité, la mesure de la température des machines, l'humidité dans les salles etc. Permettent d'améliorer la durée de fonctionnement et le rendement des machines et par conséquent le nombre des patients traités.

Le projet « Détection d'anomalies dans un service de radiothérapie » entre dans le cadre du projet global intitulé « Détection d'anomalies dans une chaîne de traitement Médical ». Ce dernier fait partie des intérêts des chercheurs de l'équipe Instrumentation et contrôle de qualité (ICQ) de la division Architecture des systèmes et multi média (ASM). Cette division est encadrée par le « Centre de Développement des Technologies avancées ». L'objectif de notre travail est de visualiser sur l'écran d'un ordinateur les différents signaux pour chaque salle de traitement d'un service de radiothérapie, en utilisant un réseau de capteurs commandés entre eux par une liaison série filaire type RS232.

Les informations des différents capteurs seront acheminées par transmission filaire et centralisées au niveau d'un PC. Un programme de surveillance et de contrôle de chaîne de traitement en radiothérapie sera développé en utilisant le logiciel LABVIEW.

La problématique scientifique est d'arriver à fiabiliser l'ensemble d'informations issues des capteurs par câble ou par transmission radio fréquence au niveau du PC pour leur traitement. De ce fait, le personnel de contrôle et de surveillance du site sera considérablement réduit (coût salarial diminué).

Aussi, pour assurer une meilleure qualité des soins, il faudrait stocker dans un fichier texte, sous forme de tableau, toutes les informations issues des capteurs, ce qui permettrait de faire une étude statique et le traitement d'un grand nombre de patients.

Notre travail est structuré de la manière suivante :

Après une introduction générale, le chapitre 1 présente des généralités sur les capteurs et la liaison série RS232. Le chapitre 2 est réservé pour le décryptage du protocole de communication d'un capteur embarqué. Dans le chapitre 3 on trouve les méthodes de stockage des informations donné par les différents capteurs. Et enfin on termine par une conclusion générale.

Chapitre 1 Généralités

1.1 Introduction

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services ...), On a besoin de Contrôler plusieurs paramètres physique (température, force, position, vitesse, Luminosité, ...). Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de grandeurs physiques. [1]

Dans les années 1960, un comité, actuellement nommé 'Electronic Industries Association' (d'où le EIA232 des années 1990), a développé un standard d'interface de transmission de données série entre équipements. A l'époque, il était prévu essentiellement pour des communications entre ordinateur et modem. Par la suite, il a été utilisé à d'autres fins comme la transmission de donnée entre des ordinateurs, entre un ordinateur et ses périphériques (Imprimante, table traçante, ...), entre un ordinateur et d'autres systèmes équipés de processeur telles les commandes numériques de Machines –outils, [2]

Ce chapitre sera consacré aux généralités des capteurs, leurs familles et leurs caractéristiques. Ensuite un aperçu sur la norme RS232 sera donné

1.2 Les capteurs physiques

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. [2]

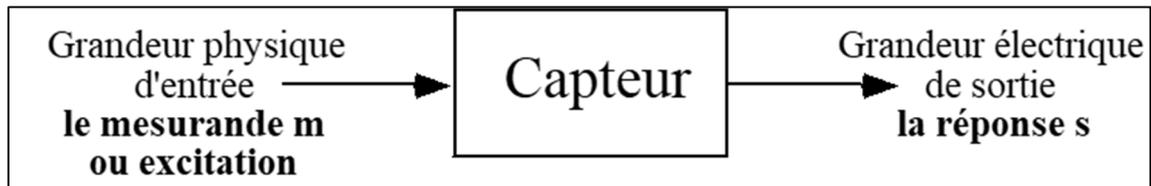


Figure 1. 2 Exemple de prélèvement d'un mesurande m et de la réponse s correspondante du capteur[3].

Si l'on s'intéresse aux phénomènes physiques mis en jeu dans les capteurs, on peut classer ces derniers en deux catégories

1.2.1 Capteurs actifs

Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé par 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 effets physiques les plus classiques sont :

a Effet thermoélectrique

Un circuit formé 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 d'origine thermique $e(T_1, T_2)$.

b Effet piézo-électrique

L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.

c Effet d'induction électromagnétique

La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique).

d Effet photo-électrique

La libération de charges électrique dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.

e Effet Hall

Un champ magnétique B et un courant électrique I créent dans le matériau une différence de potentiel UH.

f Effet photovoltaïque

Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes. [2]

Mesurande	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
Flux lumineux	Pyroélectricité Photoémission Effet photovoltaïque Effet photo- électromagnétique	Charge Courant Tension Tension
Force Pression Accélération	Piézoélectricité	Charge
Vitesse	Induction électromagnétique	Tension
Position (aimant)	Effet Hall	Tension

Tableau 1. 2 Capteurs actifs : principes physiques de base [3].

1.2.2 Capteurs passifs

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. [3]

Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (armateur de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable). [3]

Mesurande	Caractéristique électrique sensible	Types de matériaux utilisés
Température	Résistivité	Métaux : platine, nickel, cuivre. Semi-conducteurs. Verres.
Très basse température	Constante diélectrique	
Flux lumineux	Résistivité	Semi-conducteurs.
Déformation	Résistivité Perméabilité magnétique	Alliages de nickel, silicium dopé. Alliage ferromagnétique.
Position (aimant)	Résistivité	Matériaux magnéto-résistants : bismuth, antimoine d'indium.
Humidité	Résistivité Constante diélectrique	Chlorure de lithium. Alumine ; polymères.

Tableau 1. 3 Capteur passif : principes physiques et matériaux [3].

1.3 Caractéristique des capteurs

1.3.1 Sensibilité

C'est une spécification déterminante dans le choix d'un capteur ; de façon générale la sensibilité S est définie, autour d'une valeur mi constante de mesurande, par le rapport de la variation Δs de la grandeur de sortie à la variation Δm de mesurande qui lui a donné naissance : [1]

$$S = (\Delta S / \Delta M)_{m=m_i} \dots\dots\dots(1)$$

S est la sensibilité du capteur

Un des problèmes importants dans la conception et l'utilisation d'un capteur est la constance de sa sensibilité **S** qui doit dépendre aussi peu que possible :

- De la valeur de m (linéarité) et de sa fréquence de variation (bande passant).
- Du temps (vieillessement).
- De l'action d'autres grandeurs physiques de son environnement qui ne sont pas l'objet de la mesure et que l'on désigne comme grandeurs d'influence. [3]

1.3.2 Linéarité

La linéarité, elle est recherchée une sensibilité relativement constante sur toute l'étendue de mesure. Les différences entre la grandeur électrique de sortie et la droite idéale $s=S.M$ sont appelés « écarts de linéarité ».

La sortie du capteur se présente :

- Soit comme un générateur fournissant un courant ou une tension, le capteur est alors actif.
- Soit comme une impédance, le capteur est alors passif. [2]

1.3.3 Domaine d'utilisation

Le domaine d'utilisation d'un capteur est limité par les bornes supérieures et parfois inférieures des valeurs de la grandeur qu'il peut subir sans modification de ses caractéristiques. [2]

1.3.4 Étendue de mesure

L'étendue de mesure est la différence entre la limite supérieure et la limite inférieure de la grandeur mesurable par un capteur. Lorsque le capteur fournit une valeur de la grandeur entre 0 et le maximum, ce maximum est appelé « pleine Echelle », sous-entendu « de mesure ». Cette étendue de mesure est notée PE. Elle est toujours à l'intérieur du domaine de non-détérioration qui est lui-même inférieur au seuil de destruction. [2]

1.3.5 Grandeurs d'influence

Le capteur, de par ses conditions d'emploi, peut se trouver soumis non seulement au mesurande mais à d'autres grandeurs physiques dont les variations sont susceptibles d'entraîner un changement de la grandeur électrique de sortie qu'il n'est pas possible de distinguer de l'action du mesurande. Ces grandeurs physiques « parasites » auxquelles la réponse du capteur peut être sensible sont les grandeurs d'influence. [1]

1.4 Capteurs de température

De toutes les grandeurs physiques, la température est certainement l'une de celles dont la mesure est la plus fréquente. La température détermine en effet de façon décisive les propriétés de matière, que ce soit de façon discontinue, changements de phase ou points de Curie magnétiques et ferroélectriques.

Du nombre important de propriétés de la matière et de phénomènes physiques sensibles à la température résulte une grande diversité de méthodes de mesure :

- Méthodes optiques basées sur la répartition spectrale du rayonnement émis ou l'élargissement de raies spectrales par l'effet Doppler dû à l'agitation thermique.
- Méthodes mécaniques fondées sur la dilatation d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz à pression constante, sur la pression d'une vapeur saturante ou sur la célérité du son.
- Méthodes électriques reposant sur la variation thermique de la valeur d'une résistance ou de son bruit de fond, sur l'effet Seebeck ou sur la sensibilité thermique de la fréquence d'oscillation d'un quartz.

1.4.1 Thermomètre à thermocouple

On constate que si la température T_1 est différente de T_2 alors il apparaît une tension U aux bornes des deux fils soumis à la température T_1 .

Le phénomène inverse est aussi vrai : si on applique une tension, alors il y aura un échauffement ou un refroidissement au point de liaison des deux conducteurs (modules à effet Peltier).

Application : Mesure des hautes températures 900 à 1300°C. [1]

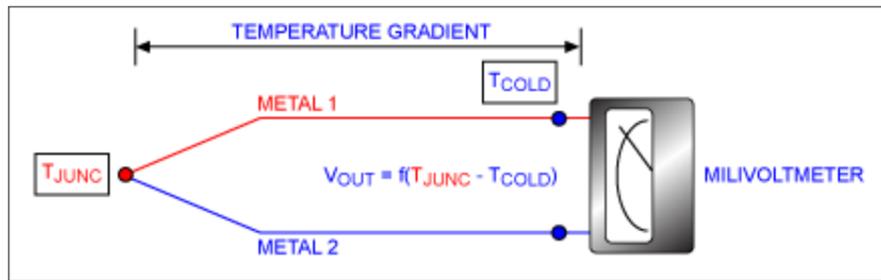


Figure 1. 3 Principe de fonctionnement d'un thermocouple.

Type de thermocouple	Conducteurs-positifs	Conducteur-Négatifs
B	Platine rhodié à 30%	Platine rhodié à 6%
E	Alliage nickel/chrome	Alliage cuivre/nickel
J	Fer	Alliage cuivre/nickel
K	Alliage nickel/chrome	Alliage cuivre/aluminium
N	Alliage nickel/chrome/silicone	Alliage nickel/silicone/magnésium
R	Platine rhodié à 13%	Platine
S	Platine rhodié à 10%	Platine
T	Cuivre	Alliage cuivre/nickel

Tableau 1. 4 Composition et lettre désignant les thermocouples normalisés.

1.4.2 Thermistance

Une thermistance est un composant dont la résistance varie en fonction de la température. En première approximation, la relation entre résistance et température est la suivant : $R_{\theta} = R_0 (1 - \alpha \theta)$ (2)

R_{θ} : La résistance à la température θ

R_0 : La résistance à la température 0°C

a : Le coefficient de température.

Remarque :

- Si $a > 0$ alors on a une thermistance CTP ($R \nearrow$ quand $\theta \nearrow$)
- Si $a < 0$ alors on a une thermistance CTN ($R \searrow$ quand $\theta \nearrow$)

Application : On insère la thermistance dans un pont de jauge.

On obtient ainsi une tension V en sortie du pont $V = K \cdot (\theta - \theta_0)$. Si on prend $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$, on obtient $V = K \cdot \theta$

On peut aussi alimenter la thermistance avec un générateur de courant. La tension à ces bornes sera donc proportionnelle à la résistance. [1]



Figure 1. 4 Thermistance.

1.4.3 Les sondes RTD

Les RTD fonctionnent sur le principe des variations de résistance électrique des métaux purs et se caractérisent par une modification positive linéaire de la résistance en fonction de la température.

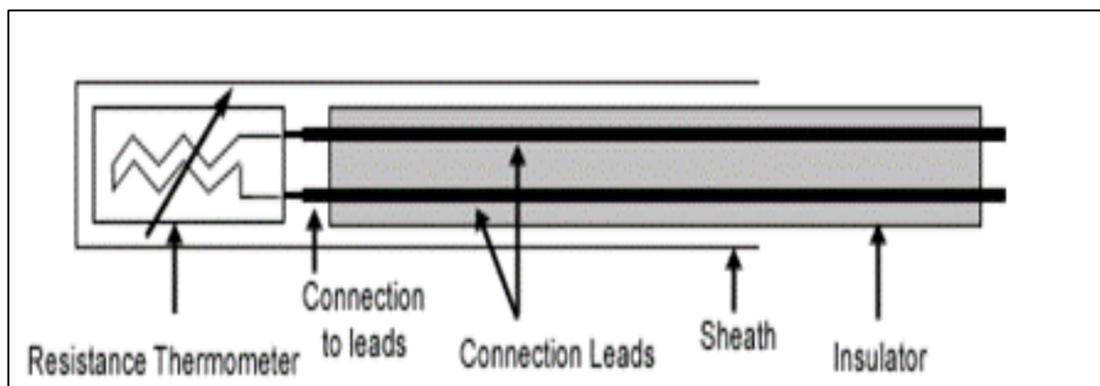


Figure 1. 5 Architecture physique d'une RTD.

Concrètement, une fois chauffée, la résistance du métal augmente et inversement une fois refroidie, elle diminue.

Les éléments types utilisés pour les RTD incluent le nickel (Ni) et le cuivre (Cu) mais le platine (Pt) est de loin le plus courant, en raison de l'étendue de sa gamme de températures, de sa précision et de sa stabilité.

Faire passer le courant à travers une sonde RTD génère une tension à travers la sonde RTD. En mesurant cette tension, vous pouvez déterminer sa résistance et ainsi, sa température.

Les RTD sont habituellement classés par leur résistance nominale à 0°C. Les valeurs de résistance nominale types pour les RTD à film fin en platine sont comprises entre 100 et 1 000 Ω.

La relation entre la résistance et la température est presque linéaire et respecte l'équation suivante :

$$\text{Pour } T > 0 \text{ °C} \quad \quad \quad \mathbf{RT = R0 [1 + aT + bT^2]} \dots\dots\dots(3)$$

Avec : RT = résistance à la température T, R0 = résistance nominale, a et b = constantes utilisées pour mettre à l'échelle le RTD.

1.5 La liaison série RS232

Les données numériques sont transmises sous forme de bits suivant deux principes :

- Le mode série si les bits de donnée arrivant sur la ligne à la suite les uns des autres.
- Le mode parallèle si la totalité des bits sont transmis simultanément.

Le mode série est lui-même décomposé en deux catégories :

- Le mode asynchrone quand les informations sont transmises par paquets de taille prédéfinie contenant les données et les informations de balisage, appelées aussi bits de synchronisation, tels que les bits de départ (Start bit) et les bits de fin (Stop bit).
- Le mode synchrone avec lequel les données sont transmises en continu, c'est-à-dire que les bits de données sont à la suite les uns des autres. Dans cette situation, une ligne supplémentaire cadence le transfert des informations pour assurer la synchronisation.

La liaison RS232 est un type de liaison série asynchrone très répandu jusqu'à l'avènement de la liaison USB (Universal Serial Bus).

De manière générale, les équipements de communication échangent des informations : ils sont tantôt récepteurs tantôt émetteurs.

Dans une communication à une instante donnée, on distingue :

- Le système chargé d'émettre des données repérés DTE pour (data Terminal Equipment).
- Et celui qui reçoit les informations repéré DCT pour (Data Circuit Termination).

Réciproquement, dans l'échange des données dans l'autre sens, pour répondre par exemple, les rôles précédents sont inversés : l'Équipement émetteur devient récepteur et vice-versa. Les équipements doivent donc être reliés par deux liaisons et un potentiel de référence (la masse). Les données sont émises par la broche Tx de l'émetteur et reçues par la broche Rx du récepteur. Ces interconnexions sont résumées sur la Figure 1.5. [4]

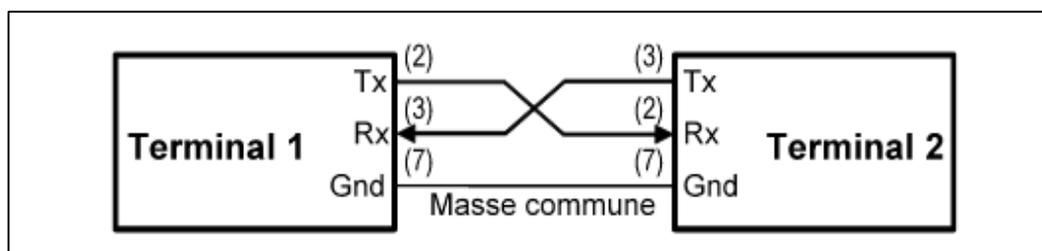


Figure 1. 6 Liaison série asynchrone à trois fils entre deux terminaux.

1.5.1 Format d'une trame [5]

- La ligne au repos est au niveau logique 1.
- Le bit de Start (zéro logique) signale le début de trame.
- La donnée est sur 5,6 ,7 ou 8 bits par configuration.
- Le bit de parité (optionnel) permet de détecter une éventuelle erreur.
- Le stop (niveau 1 logique) de longueur entre 1 et 2 bits clôture la trame.
- Tous les bits ont la même durée T fixée par l'horloge et son diviseur.



Figure 1. 7 Format d'une trame [5].

1.5.2 Vitesse de transmission

- Chaque bit dure une période T comme déjà annoncé.
- La vitesse en Bauds = nombre de bits transmis par seconde.
- En full duplex, la vitesse est en général la même dans les deux sens.

50 bauds	2400 bauds
75 bauds	4800 bauds
110 bauds	9600 bauds
150 bauds	19200 bauds
300 bauds	38400 bauds
600 bauds	56000 bauds
1200 bauds	115200 bauds

Tableau 1. 5 Quelques vitesses normalisées [5].

1.5.3 Le code ASCII

- ASCII =American Standard Code for Information Inter change.
- Les caractères à fond bleu sont des caractères de contrôle.
- Le code ASCII à 7 bits est bien adapté à l'anglais.
- Il n'y a pas de caractères accentués (Pb pour les autre langues).

1.5.4 Niveaux logiques

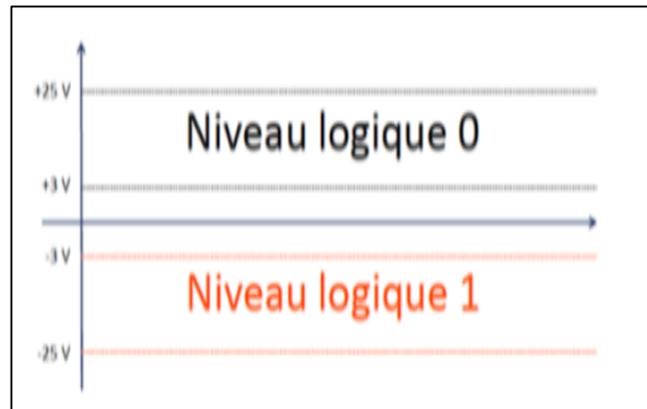


Figure 1. 8 Niveau logique de transmission [5].

- On travaille en bipolaire +ou – V pour éviter de véhiculer une moyenne non nulle.
- On adopte la logique négative 1 logique = -V et 0 logique = +V.

1.5.5 Le connecteur DB9

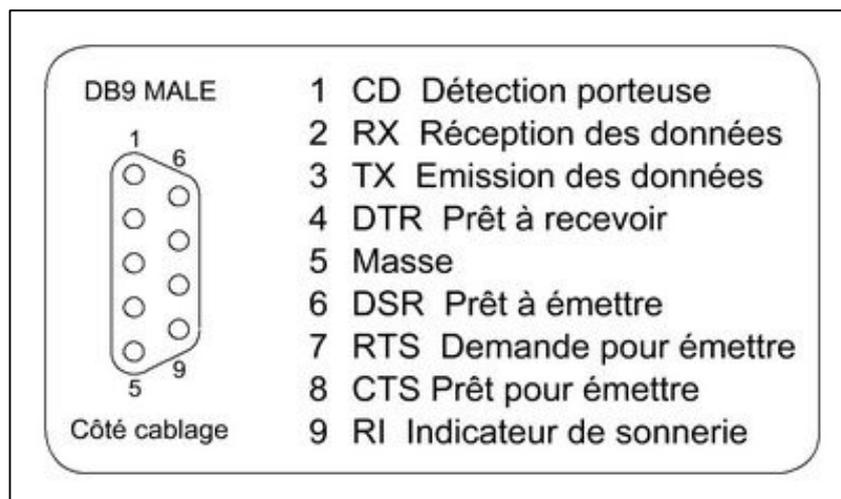


Figure 1. 9 Nomenclature des broches de connecteur DB9 [5].

a Connexion Male-Femelle

Les données sont émises par la broche Tx de l'émetteur et reçues par la broche Rx du récepteur.

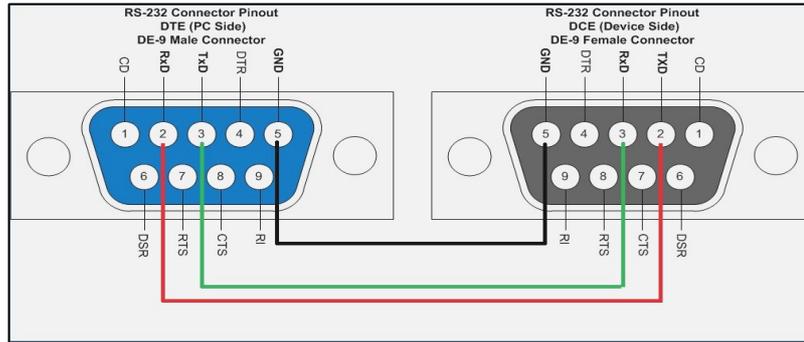


Figure 1. 10 Connexion des pins de connecteur DB9 Male-Femelle 3 files [5].

b Connexion DB9 USB

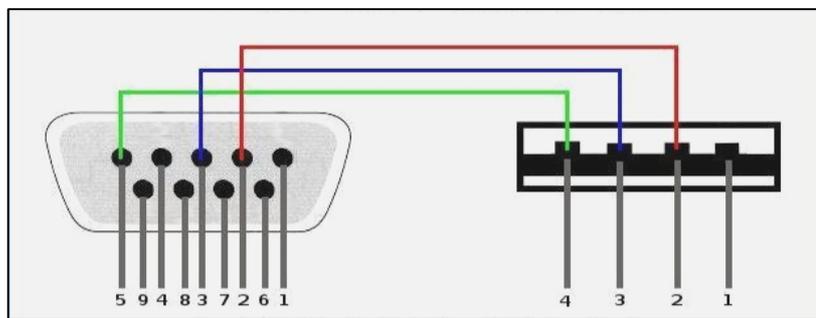


Figure 1. 11 Connexion des pins de connecteur DB9 avec USB a 3 files [5].

1.5.6 L'interface RS232 USB

Le port série RS232 est bien implanté dans le milieu industriel, le port USB équipe toutes les nouvelles machines. Pour communiquer en RS232 avec un port USB, des interfaces intelligentes et transparentes existent.



Figure 1. 12 Universal Asynchronous Receiver Transmitter [5].

1.6 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de passer en revue :

- **Les capteurs physiques** et leurs caractéristiques.
- Les différents **capteurs de température** et leurs principes de mesure.
- **La norme RS232** et sa liaison de type série asynchrone, l'avènement de **la liaison USB** (Universal Serial Bus).

Ces paramètres et dispositifs vont faire l'objet d'utilisation dans le chapitre suivant.

Chapitre 2 Décryptage D'un Protocole De Communication D'un Capteur Embarqué

2.1 Introduction

Dans le cadre du développement de la plateforme du contrôle de qualité d'une chaîne de traitement par radiothérapie, la mesure des paramètres d'environnement dans les salles de traitement comme la température et l'humidité font partie de cette application. Le capteur MS6503 (*Figure 2.1*), qui intègre les deux grandeurs en même temps, la température et l'humidité a été choisi pour sa disponibilité sur le marché.

Ce capteur de température et d'humidité présente quelques avantages par rapport à d'autres capteurs similaires ayant les mêmes performances, son prix très bas et la présence d'un grand afficheur LCD. Le capteur MS6503 présente aussi l'inconvénient d'un protocole de communication non transparent c.-à-d. le capteur est fourni avec un logiciel qui permet de lire la température et l'humidité, mais dans le cas où l'utilisateur a besoin d'intégrer le capteur dans une autre application comme faire le monitoring d'une salle, il ne peut pas lire les données envoyées par le capteur via le port série RS232, car son protocole et le format des données communiquées par ce dernier sont inconnus et le fabricant garde le secret confidentiel.

Pour remédier à ce problème on a décidé de décrypter le protocole de communication de ce capteur suivant une procédure qu'on va discuter plus loin.



Figure 2. 5 Capteur de température et d'humidité MS6503 [6].

Ce chapitre se présente comme suit :

- Mode d'utilisation du capteur MS6503.
- Décryptage des données du capteur MS6503.
- Développement d'un code de lecture du capteur sous LABVIEW et son intégration dans l'application globale.
- Les Méthodes mathématiques qui utilisent les fonctions curve fitting de Matlab.
- Conclusion.

2.2 Mode d'utilisation du capteur MS6503 [6]

Le capteur est programmé de façon à s'éteindre automatiquement au bout de 30 minutes de marche si on l'allume en appuyant seulement sur le bouton Power. 

L'icône suivant :  montrent que ce mode d'extinction automatique est actif.

Dans ce cas le capteur doit s'allumer en permanence ; pour cela l'opérateur doit maintenir la touche **HOLD** enfoncé avant l'allumage de l'appareil. Pour confirmer que le mode de fonctionnement continu est actif, on doit vérifier que l'icône suivant  ne s'affiche plus sur l'écran de l'appareil et deux bips sonores indiquent que le mode d'extinction automatique est désactivé. De plus, après l'allumage du capteur on doit appuyer sur le bouton **HOLD** (fonction de maintien du résultat sur l'écran) pour désactiver cette option. La lettre '**H**' visualisée sur l'écran disparaîtra aussi de l'écran.

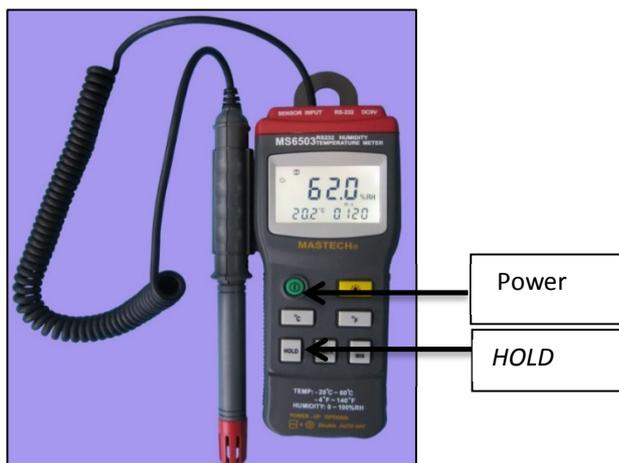


Figure 2. 6 Vue du capteur MS6503 avec les 2 principaux boutons à manipuler (Power et Hold) [6].

2.2.1 Configuration du capteur MS6503

a Mode de fonctionnement Continu

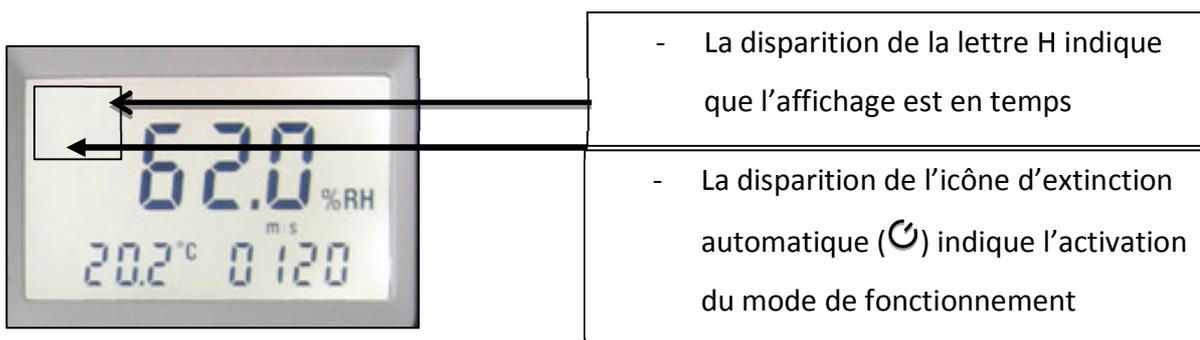


Figure 2. 7 Mode de fonctionnement du capteur en mode de fonctionnement continu [6].

b Mode de fonctionnement Extinction automatique

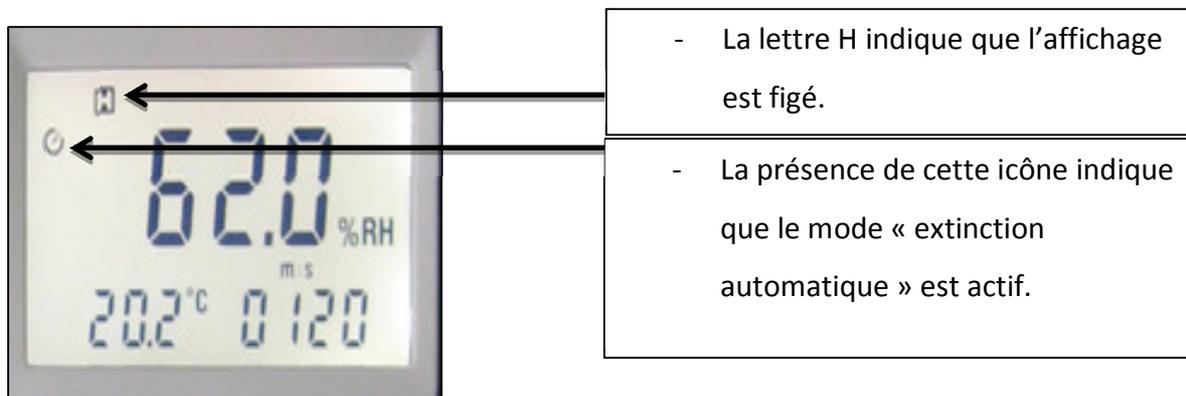


Figure 2. 8 Mode de fonctionnement du capteur en mode extinction automatique [6].

2.3 Décryptage des données du capteur MS6503 [6]

2.3.1 Procédure de décryptage

Pour décrypter et résoudre cette problématique on a suivi une procédure de traitement et d'analyse des données du capteur (*Figure 2.5*)

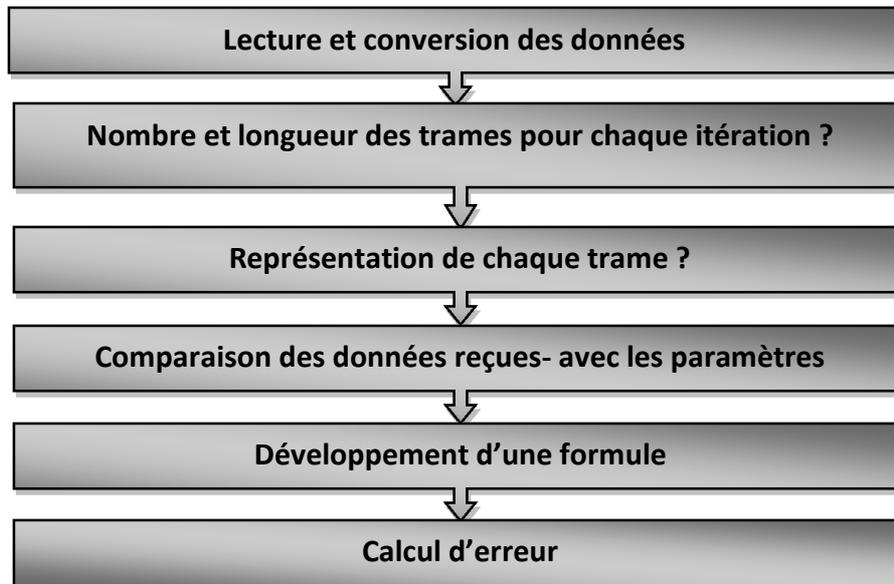


Figure 2. 9 Procédure de décryptage du capteur [6].

2.3.2 Lecture et conversion des données

Dans tous les ordinateurs menus d'un port de communication série (RS232), on trouve l'Hyper Terminal, une application sous Windows qui permet de lire les données qui transitent par le port série, voir *Figure 2.6*.

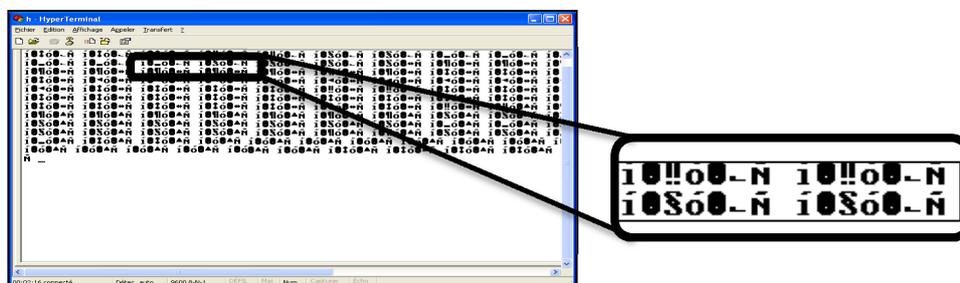


Figure 2. 10 Hyper Terminal [6].

Les données issues du capteur sont lues par l'Hyper Terminal, mais comme il est montré sur la *figure 2.6*, les données sont au format ascii, ils ne sont pas faciles à

identifier, pour remédier à ce problème on a conçu un moniteur RS232 avec MATLAB, (**figure 2.7**), une interface graphique qui permet de surveiller le flux de données qui transite par le port RS232 et qui permet aussi un affichage au format décimal.

Cette application sous MATLAB a permis d'identifier les données qui transitent par le port série RS232 et de les enregistrer pour un traitement en temps différé.

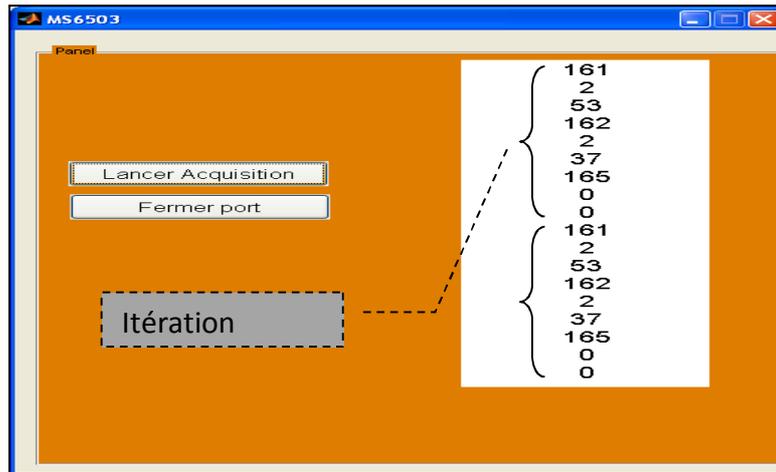


Figure 2. 11 Moniteur RS232 sous MATLAB [6].

L'identificateur de la séquence représente une trame de valeur fixe qui ne change jamais avec le changement de la température ou de l'humidité. La trame qui contient la valeur 162 marque le début de la séquence de température et celle qui contient la valeur 161 marque le début de la séquence de l'humidité.

La **figure 2.8** montre l'interface de lecture du capteur conçu avec MATLAB.

Après chaque utilisation, l'utilisateur doit fermer le port pour le libérer à d'autres applications.



Figure 2. 8 Interface de lecture du capteur, réalisé avec MATLAB [6].

2.3.3 Identification du nombre de trames pour chaque itération

On a remarqué lors du traitement que la suite (161, x1, y1, 162, x2, y2, 165, x3, y3) se répète sur l'écran du moniteur (*figure 2.9*), une série de 9 octets qui représentent en même temps la température, l'humidité mesuré, et certains paramètres de configurations spécifiques.

2.3.4 Identification des octets

On a mis le capteur dans des conditions où l'un des deux paramètres mesurés est fixe et on a fait varier l'autre paramètre pour identifier à quoi correspond chaque octet dans l'itération des 9 octets. On a remarqué que les octets 161, 162, et 165 sont toujours présents dans le code et ne changent pas avec le changement de la température et de l'humidité, avec la procédure qu'on a décrit au-dessus. On a conclu que l'octet 161 marque le début de la transmission du code de l'humidité, l'octet 162 celui de la température, et le dernier octet 165 est réservé aux paramètres de configuration comme le Timer, l'unité de la température °C ou F, et certaines fonctions spécifiques. On a alors divisé les 9 trames en trois parties indépendantes, (*Figure 2.9*).

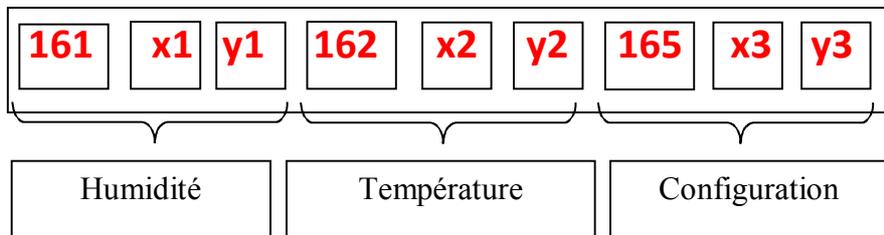


Figure 2.9 Identification de chaque octet dans l'itération des 9 octets [6].

2.4 Attribution d'une formule qui traduit le code en valeurs réelles [6]

Code			Température °C
162	002	59	24,6
162	002	60	Code non utilisé
162	002	61	24,7
162	002	62	24,8
162	002	63	24,9
162	002	64	Code non utilisé
162	002	65	25
162	002	66	25,1
162	002	67	25,2
162	002	68	Code non utilisé

Tableau 2. 2 Une partie du tableau de comparaison du code avec les valeurs réelles.

On a réalisé un tableau de 200 valeurs pour la température et 200 valeurs pour l'humidité. Le **tableau 2.1** présente l'exemple des températures d'une partie de ces 400 valeurs.

En incrémentant la température et l'humidité séparément par 0.1°C et 0.1% successivement on a obtenu les codes donnés par le capteur à chaque valeur afin de déduire la relation qui lie les paramètres mesurés (température et humidité) avec les données lues sur l'écran du capteur.

Après 400 mesures, on a noté qu'il n'y a pas de linéarité dans la fonction qui traduit le code généré par le capteur et les paramètres mesurés (température et humidité), ce qui va entraîner une erreur dans la lecture et la traduction des données par notre plateforme.

2.4.1 Méthodes mathématiques

Pour traduire la fonction de transfert du capteur MS6503, on a opté pour les méthodes mathématiques afin de résoudre le problème posé. On a tracé en utilisant les 400 valeurs relevées dans le tableau 2.1 deux courbes avec MATLAB, et déterminé avec la méthode du « curve fitting » deux fonctions polynomiales qui permettent de générer les températures et les humidités mesurées.

a Relevé des données

Pour pouvoir relever tous les points de température et d'humidité dans les gammes 20-40°C et 0-20%RH successivement on a utilisé deux applications LABVIEW et le software fourni avec le capteur MS6503, la première application LABVIEW a permis de convertir une décimale vers une hexadécimale et une autre application avec LABVIEW a permis de transmettre un code de 9 trames identiques à celui transmis par le capteur

Le software considère que la liaison et les codes sont envoyés par le capteur, donc il affiche la température et l'humidité pour chaque code qu'il reçoit. **Figure 2.10.**

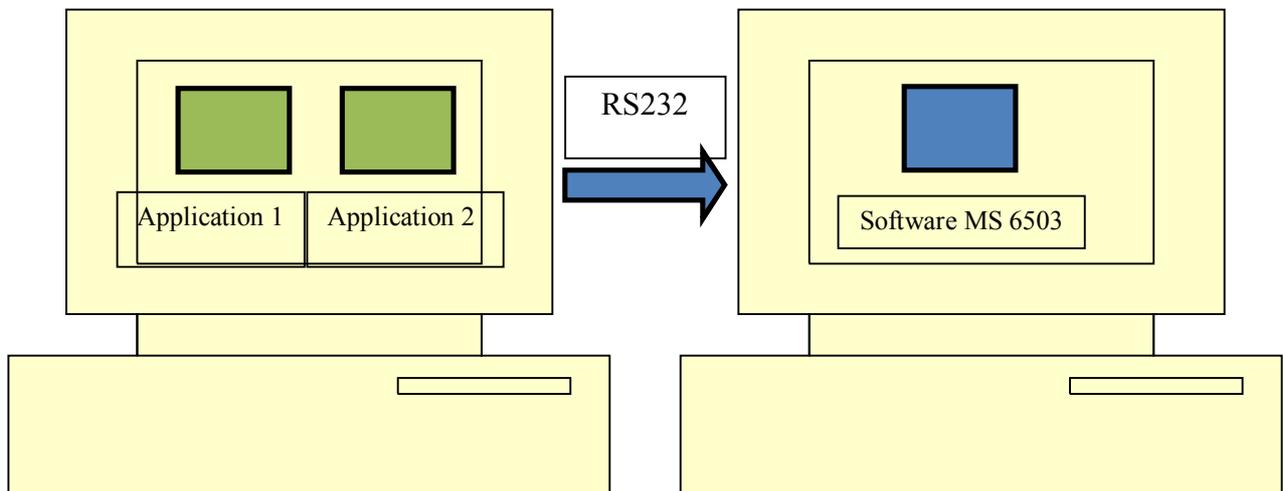


Figure 2. 10 Procédure de relevé des points de mesures de la température et d'humidité [6].

La première application utilise un code simple qui permet la conversion d'une décimale vers une hexadécimale. **Figure 2.11.**

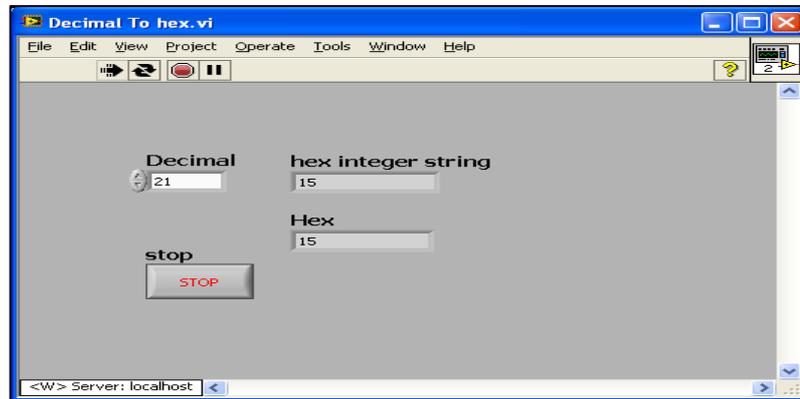


Figure 2. 11Application 1(convertir une décimale vers une hexadécimale) [6].

La deuxième application **Figure 2.12.** Permet d'envoyer via le port de communication série RS232 une série de 9 trames chaque fois qu'on l'exécute, mais le software du capteur comprend seulement le format hexadécimal, c'est pour cette raison que la première application est nécessaire dans cette procédure.

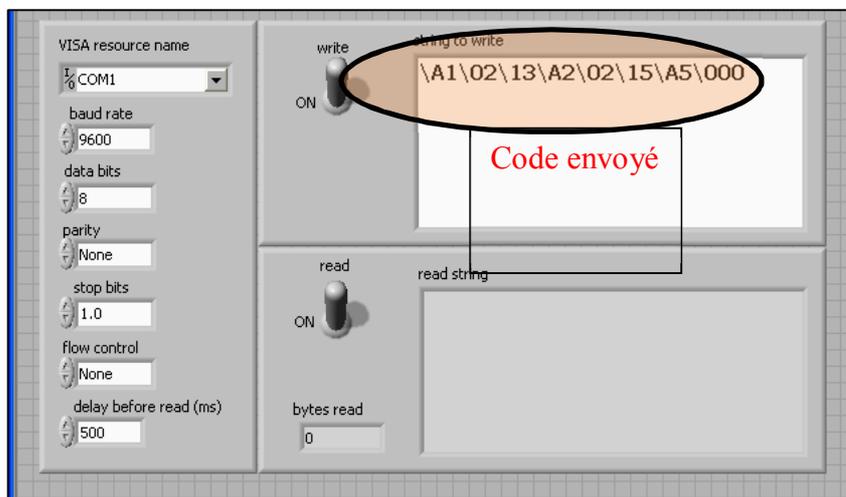


Figure 2. 12 Application 2 [6].

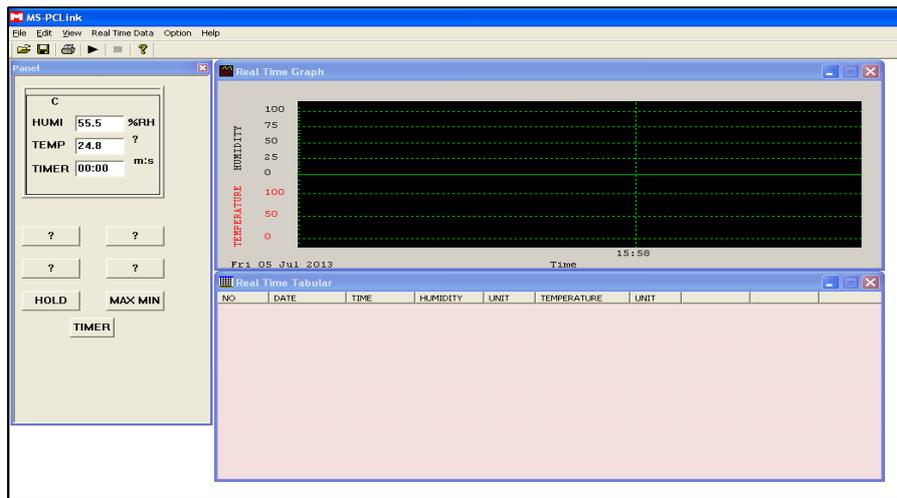


Figure 2. 13 Software du capteur MS6503 [6].

Après le relevé de 200 points de température et de 200 points d'humidité correspondant à un cycle nous avons utilisé la fonction *CFTOOL* de MATLAB pour trouver une formule mathématique qui traduit tous ces codes avec les grandeurs mesurées.

Figure 2.14.

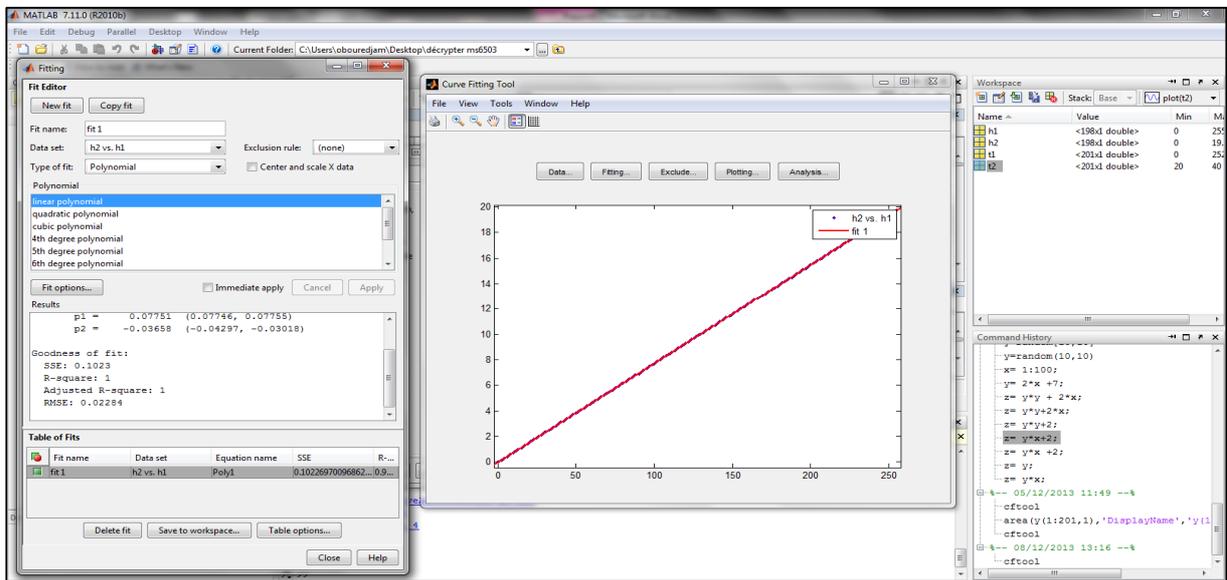


Figure 2. 14 L'outil CFTOOL de MATLAB [6].

On a utilisé un code MATLAB pour faire entrer les données de la température et de l'humidité dans deux vecteurs séparés pour leur traitement avec l'outil de fitting (CFTOOL).

```
t1 = [0 ; 2 ; 3 ; 4 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 11 ; 12 ; 13 ; 14 ; 16 ; 17 ; 18 ; 19 ; 21 ; 22 ; 23 ; 24 ; 26 ; 27 ; 28 ; 29 ; 31 ;  
32 ; 33 ; 35 ; 36 ; 37 ; 38 ; 40 ; 41 ; 42 ; 43 ; 45 ; 46 ; 47 ; 48 ; 50 ; 51 ; 52 ; 53 ; 55 ; 56 ; 57 ; 59 ; 60 ; 61 ;  
62 ; 63 ; 65 ; 66 ; 68 ; 69 ; 70 ; 71 ; 72 ; 74 ; 75 ; 76 ; 77 ; 79 ; 80 ; 81 ; 83 ; 84 ; 85 ; 86 ; 88 ; 89 ; 90 ; 91 ;  
93 ; 94 ; 95 ; 97 ; 98 ; 99 ; 100 ; 102 ; 103 ; 104 ; 105 ; 107 ; 108 ; 109 ; 110 ; 112 ; 113 ; 114 ; 115 ; 116 ;  
118 ; 119 ; 120 ; 121 ; 123 ; 124 ; 125 ; 126 ; 128 ; 129 ; 130 ; 132 ; 133 ; 134 ; 136 ; 137 ; 138 ; 139 ; 140 ;  
142 ; 143 ; 144 ; 145 ; 147 ; 148 ; 149 ; 150 ; 152 ; 153 ; 154 ; 155 ; 157 ; 158 ; 159 ; 161 ; 162 ; 163 ; 164 ;  
166 ; 167 ; 168 ; 169 ; 171 ; 172 ; 173 ; 174 ; 176 ; 177 ; 178 ; 179 ; 181 ; 182 ; 183 ; 184 ; 186 ; 187 ; 188 ;  
189 ; 191 ; 192 ; 193 ; 195 ; 196 ; 197 ; 198 ; 200 ; 201 ; 202 ; 203 ; 205 ; 206 ; 207 ; 208 ; 210 ; 211 ; 212 ;  
213 ; 215 ; 216 ; 217 ; 218 ; 220 ; 221 ; 222 ; 224 ; 225 ; 226 ; 227 ; 229 ; 230 ; 231 ; 232 ; 234 ; 235 ; 236 ;  
237 ; 239 ; 240 ; 241 ; 242 ; 244 ; 245 ; 246 ; 247 ; 249 ; 250 ; 251 ; 252];
```

```
%chargement du code température
```

```
t2 = [20 ; 20.1 ; 20.2 ; 20.3 ; 20.4 ; 20.5 ; 20.6 ; 20.7 ; 20.8 ; 20.9 ; 21 ; 21.1 ; 21.2 ; 21.3 ; 21.4 ; 21.5 ; 21.6  
; 21.7 ; 21.8 ; 21.9 ; 22 ; 22.1 ; 22.2 ; 22.3 ; 22.4 ; 22.5 ; 22.6 ; 22.7 ; 22.8 ; 22.9 ; 23 ; 23.1 ; 23.2 ; 23.3 ;  
23.4 ; 23.5 ; 23.6 ; 23.7 ; 23.8 ; 23.9 ; 24 ; 24.1 ; 24.2 ; 24.3 ; 24.4 ; 24.5 ; 24.6 ; 24.7 ; 24.8 ; 24.9 ; 25 ;  
25.1 ; 25.2 ; 25.3 ; 25.4 ; 25.5 ; 25.6 ; 25.7 ; 25.8 ; 25.9 ; 26 ; 26.1 ; 26.2 ; 26.3 ; 26.4 ; 26.5 ; 26.6 ; 26.7 ;  
26.8 ; 26.9 ; 27 ; 27.1 ; 27.2 ; 27.3 ; 27.4 ; 27.5 ; 27.6 ; 27.7 ; 27.8 ; 27.9 ; 28 ; 28.1 ; 28.2 ; 28.3 ; 28.4 ;  
28.5 ; 28.6 ; 28.7 ; 28.8 ; 28.9 ; 29 ; 29.1 ; 29.2 ; 29.3 ; 29.4 ; 29.5 ; 29.6 ; 29.7 ; 29.8 ; 29.9 ; 30 ; 30.1 ;  
30.2 ; 30.3 ; 30.4 ; 30.5 ; 30.6 ; 30.7 ; 30.8 ; 30.9 ; 31 ; 31.1 ; 31.2 ; 31.3 ; 31.4 ; 31.5 ; 31.6 ; 31.7 ; 31.8 ;  
31.9 ; 32 ; 32.1 ; 32.2 ; 32.3 ; 32.4 ; 32.5 ; 32.6 ; 32.7 ; 32.8 ; 32.9 ; 33 ; 33.1 ; 33.2 ; 33.3 ; 33.4 ; 33.5 ;  
33.6 ; 33.7 ; 33.8 ; 33.9 ; 34 ; 34.1 ; 34.2 ; 34.3 ; 34.4 ; 34.5 ; 34.6 ; 34.7 ; 34.8 ; 34.9 ; 35 ; 35.1 ; 35.2 ;  
35.3 ; 35.4 ; 35.5 ; 35.6 ; 35.7 ; 35.8 ; 35.9 ; 36 ; 36.1 ; 36.2 ; 36.3 ; 36.4 ; 36.5 ; 36.6 ; 36.7 ; 36.8 ; 36.9 ;  
37 ; 37.1 ; 37.2 ; 37.3 ; 37.4 ; 37.5 ; 37.6 ; 37.7 ; 37.8 ; 37.9 ; 38 ; 38.1 ; 38.2 ; 38.3 ; 38.4 ; 38.5 ; 38.6 ;  
38.7 ; 38.8 ; 38.9 ; 39 ; 39.1 ; 39.2 ; 39.3 ; 39.4 ; 39.5 ; 39.6 ; 39.7 ; 39.8 ; 39.9 ; 40];
```

```
%chargement des valeurs réelles de la température
```

```
plot(t1,t2); %tracé de la courbe de température
```

```
grid on; % affichage de la grille
```

```
h1 = [0 ; 2 ; 3 ; 4 ; 6 ; 7 ; 8 ; 10 ; 11 ; 12 ; 13 ; 15 ; 16 ; 17 ; 19 ; 20 ; 21 ; 22 ; 23 ; 25 ; 26 ; 28 ; 29 ; 30 ; 31  
; 33 ; 34 ; 35 ; 37 ; 38 ; 39 ; 40 ; 42 ; 43 ; 44 ; 46 ; 47 ; 48 ; 50 ; 51 ; 52 ; 53 ; 55 ; 56 ; 57 ; 59 ; 60 ; 61 ; 62 ;  
64 ; 65 ; 66 ; 68 ; 69 ; 70 ; 71 ; 73 ; 74 ; 75 ; 77 ; 78 ; 79 ; 80 ; 82 ; 83 ; 84 ; 86 ; 87 ; 88 ; 90 ; 91 ; 92 ; 93 ;  
95 ; 96 ; 97 ; 99 ; 100 ; 101 ; 102 ; 104 ; 105 ; 106 ; 108 ; 109 ; 110 ; 111 ; 113 ; 114 ; 115 ; 117 ; 118 ; 119  
; 120 ; 122 ; 123 ; 124 ; 126 ; 127 ; 128 ; 129 ; 131 ; 132 ; 133 ; 135 ; 136 ; 137 ; 139 ; 140 ; 141 ; 142 ; 144  
; 145 ; 146 ; 148 ; 149 ; 150 ; 151 ; 153 ; 154 ; 155 ; 157 ; 158 ; 159 ; 160 ; 162 ; 163 ; 164 ; 166 ; 167 ; 168  
; 169 ; 171 ; 172 ; 173 ; 175 ; 176 ; 177 ; 179 ; 180 ; 181 ; 182 ; 184 ; 185 ; 186 ; 188 ; 189 ; 190 ; 191 ; 193  
; 194 ; 195 ; 197 ; 198 ; 199 ; 200 ; 202 ; 203 ; 204 ; 206 ; 207 ; 208 ; 209 ; 211 ; 212 ; 213 ; 215 ; 216 ; 217  
; 219 ; 220 ; 221 ; 222 ; 224 ; 225 ; 226 ; 228 ; 229 ; 230 ; 231 ; 233 ; 234 ; 235 ; 237 ; 238 ; 239 ; 240 ; 242  
; 243 ; 244 ; 246 ; 247 ; 248 ; 249 ; 251 ; 252 ; 253 ; 255];
```

```
%chargement du code humidité
```

```
h2 = [0 ; 0.1 ; 0.2 ; 0.3 ; 0.4 ; 0.5 ; 0.6 ; 0.7 ; 0.8 ; 0.9 ; 1 ; 1.1 ; 1.2 ; 1.3 ; 1.4 ; 1.5 ; 1.6 ; 1.7 ; 1.8 ; 1.9 ; 2 ;  
2.1 ; 2.2 ; 2.3 ; 2.4 ; 2.5 ; 2.6 ; 2.7 ; 2.8 ; 2.9 ; 3 ; 3.1 ; 3.2 ; 3.3 ; 3.4 ; 3.5 ; 3.6 ; 3.7 ; 3.8 ; 3.9 ; 4 ; 4.1 ; 4.2 ;  
4.3 ; 4.4 ; 4.5 ; 4.6 ; 4.7 ; 4.8 ; 4.9 ; 5 ; 5.1 ; 5.2 ; 5.3 ; 5.4 ; 5.5 ; 5.6 ; 5.7 ; 5.8 ; 5.9 ; 6 ; 6.1 ; 6.2 ; 6.3 ; 6.4 ;  
6.5 ; 6.6 ; 6.7 ; 6.8 ; 6.9 ; 7 ; 7.1 ; 7.2 ; 7.3 ; 7.4 ; 7.5 ; 7.6 ; 7.7 ; 7.8 ; 7.9 ; 8 ; 8.1 ; 8.2 ; 8.3 ; 8.4 ; 8.5 ; 8.6 ;  
8.7 ; 8.8 ; 8.9 ; 9 ; 9.1 ; 9.2 ; 9.3 ; 9.4 ; 9.5 ; 9.6 ; 9.7 ; 9.8 ; 9.9 ; 10 ; 10.1 ; 10.2 ; 10.3 ; 10.4 ; 10.5 ; 10.6 ;  
10.7 ; 10.8 ; 10.9 ; 11 ; 11.1 ; 11.2 ; 11.3 ; 11.4 ; 11.5 ; 11.6 ; 11.7 ; 11.8 ; 11.9 ; 12 ; 12.1 ; 12.2 ; 12.3 ;  
12.4 ; 12.5 ; 12.6 ; 12.7 ; 12.8 ; 12.9 ; 13 ; 13.1 ; 13.2 ; 13.3 ; 13.4 ; 13.5 ; 13.6 ; 13.7 ; 13.8 ; 13.9 ; 14 ;  
14.1 ; 14.2 ; 14.3 ; 14.4 ; 14.5 ; 14.6 ; 14.7 ; 14.8 ; 14.9 ; 15 ; 15.1 ; 15.2 ; 15.3 ; 15.4 ; 15.5 ; 15.6 ; 15.7 ;  
15.8 ; 15.9 ; 16 ; 16.1 ; 16.2 ; 16.3 ; 16.4 ; 16.5 ; 16.6 ; 16.7 ; 16.8 ; 16.9 ; 17 ; 17.1 ; 17.2 ; 17.3 ; 17.4 ;  
17.5 ; 17.6 ; 17.7 ; 17.8 ; 17.9 ; 18 ; 18.1 ; 18.2 ; 18.3 ; 18.4 ; 18.5 ; 18.6 ; 18.7 ; 18.8 ; 18.9 ; 19 ; 19.1 ;  
19.2 ; 19.3 ; 19.4 ; 19.5 ; 19.6 ; 19.7];
```

```
%chargement des valeurs réelles de l'humidité
```

```
figure (2); %création de nouvelle figure
```

```
plot(h1,h2); %tracé de la courbe de l'humidité
```

```
grid on; %affichage de la grille
```

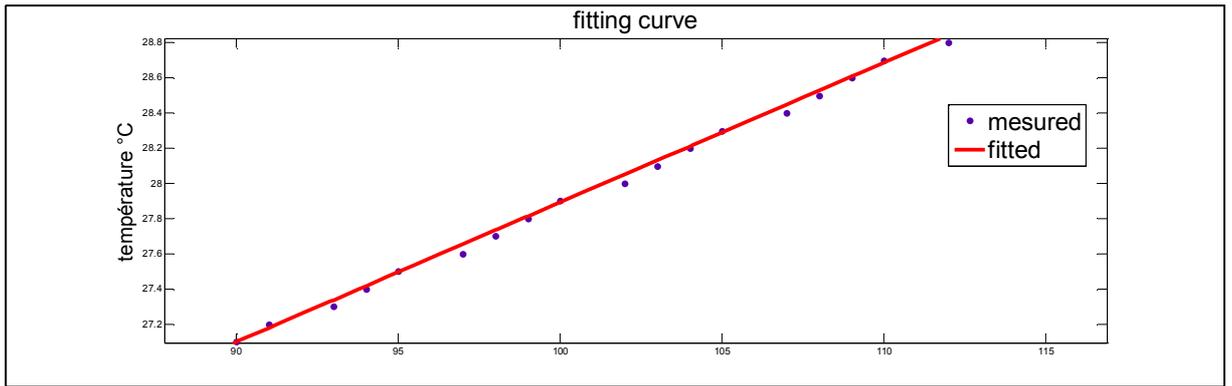


Figure 2. 15 Courbe de fitting de la température [6].

La **Figure 2.15** représente la courbe de température tracée avec les données réelles du capteur en bleu pointillé et la courbe de fitting générée avec MATLAB en rouge, la fonction que nous avons obtenue avec MATLAB est de la forme

$$y = A*x + B.$$

Avec : $A = 0.0794$ $B = 19.95$

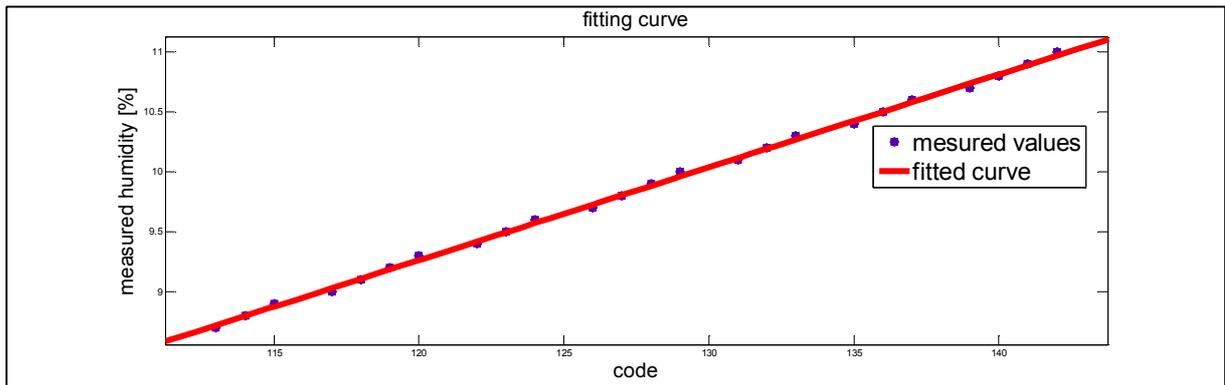


Figure 2. 16 Courbe de fitting de l'humidité [6].

La **Figure 2.16** représente la courbe de l'humidité et la courbe de fitting correspondante, et la fonction obtenue est de la forme

$$y = A*x + B$$

Avec : $A = 0.07751$ $B = - 0.03658$

***b* Calcul d'erreur**

La non linéarité dans la fonction de transfert du capteur entraîne une erreur de lecture par notre méthode de conversion, mais cette erreur reste faible par rapport aux spécifications du capteur et aux spécifications de la plateforme.

	Gamme	Résolution	Précision	Erreur
Humidité	0 ~ 100%RH	0.1 %RH	+/- 2.5%RH	+/- 0.15%RH
Température	-20 ~ +60°C	0.1°C	+/- 0.7°C	+/- 0.05°C

Tableau 2. 3 Les caractéristiques du capteur [6].

Le capteur présente une précision de +/- 2.5 % RH dans le calibre de mesure d'humidité alors que l'erreur obtenue est de +/- 0.15 % RH, une valeur acceptable vu la résolution du capteur. Dans le calibre de la température, le capteur présente une précision de +/-0.7°C, alors que l'erreur obtenue est de +/- 0.05 °C, une erreur très faible et négligeable devant une résolution de 0.1 °C.

2.5 Développement d'un code de lecture du capteur sous LABVIEW et son intégration dans l'application globale [6]

Les formules qui ont été développées pour traduire les codes envoyés par le capteur MS 6503 sont en fait des formules de forme polynomiale [5]

$$T = [20 * X (i+1)] + [0.07943 * X (i+2)] - 20 \dots\dots\dots(4)$$

$$H = [20 * X (i+1)] + [0.07843 * X (i+2)] \dots\dots\dots(5)$$

- **T** : la valeur réelle de la température.
- **H** : la valeur réelle de l'humidité.
- **X (i+1)** : la trame qui suit l'identificateur de la séquence.
- **X (i+2)** : la trame qui suit X (i+1)

La plateforme du contrôle de qualité est conçue avec LABVIEW 7.0. On a développé un autre code avec LABVIEW 11 qui permet de lire et convertir les données du capteur pour les réintégrer avec l'application globale de la plateforme de contrôle de qualité.

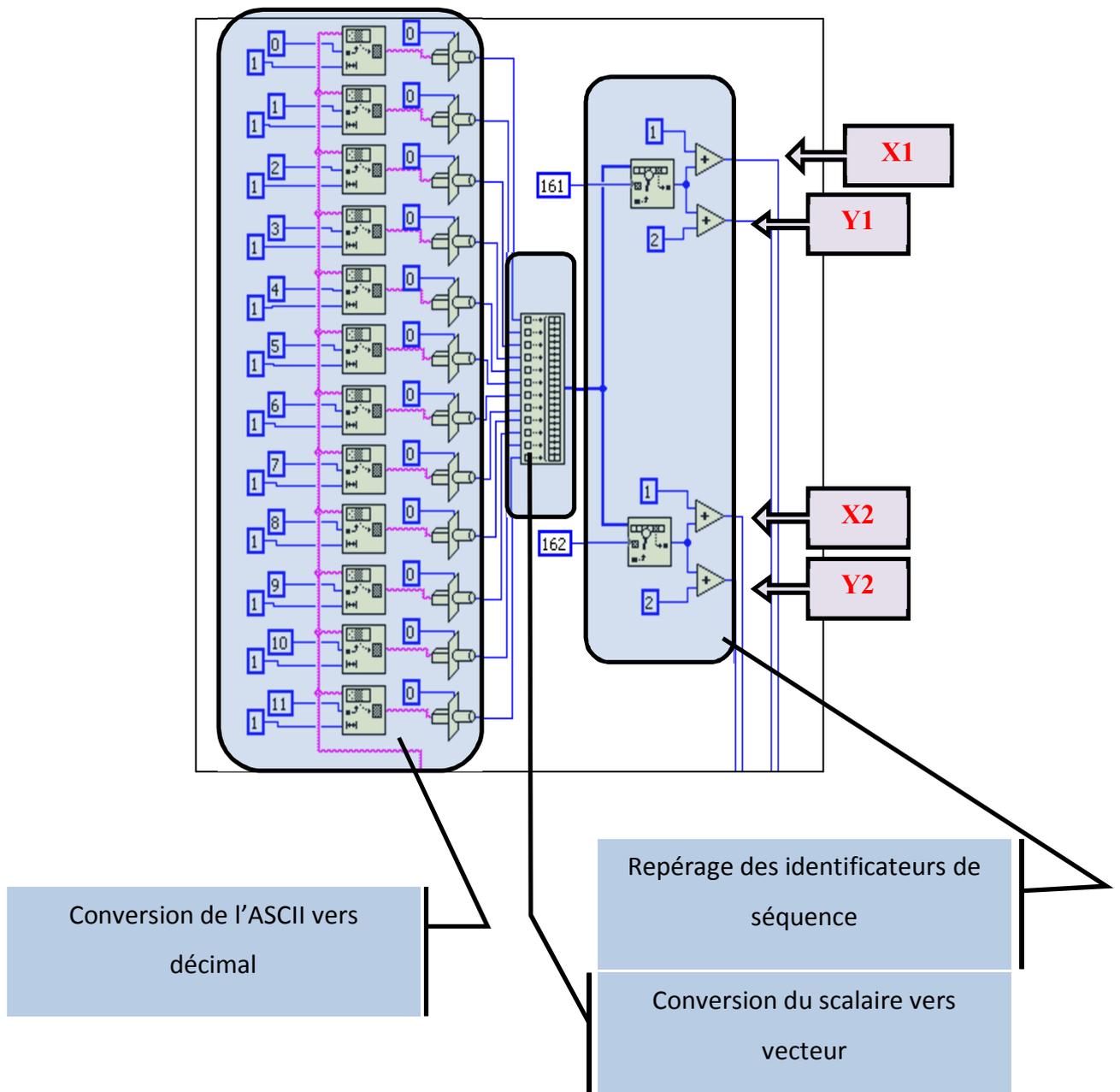


Figure 2. 17 Diagramme en block de la partie conversion du code LABVIEW [6].

2.5.1 La conversion de l'ASCII vers le décimal

On a utilisé deux VI pour cette opération de conversion

a *VI String Subset Function*

Le VI de la **Figure 2.18** permet d'extraire une partie d'un vecteur spécifié par deux entrées, par exemple un vecteur de cinq valeurs, et on veut extraire seulement la troisième valeur, on met dans la première entrée 3 et dans la deuxième 1, c.-à-d. Commencer l'extraction à partir de la troisième valeur et prendre seulement une valeur.

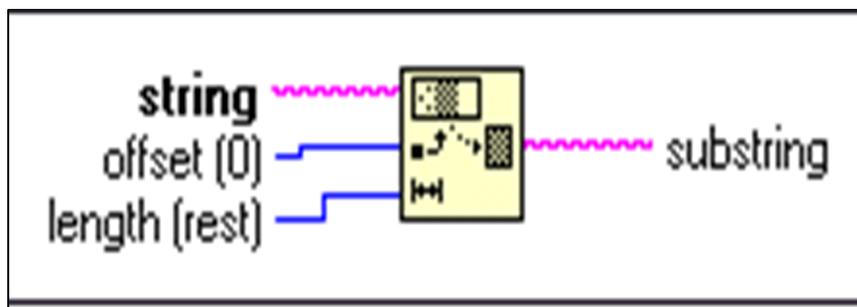


Figure 2.18. VI d'extraction d'un élément d'un vecteur.

b *VI Type Cast Fonction*

Le VI de la **Figure 2.19** permet de convertir un nombre en ascii vers le décimal, mais l'entrée doit être un scalaire et non un vecteur ou une matrice, l'entrée qui contient un chiffre « 0 » indique que la sortie est décimale.

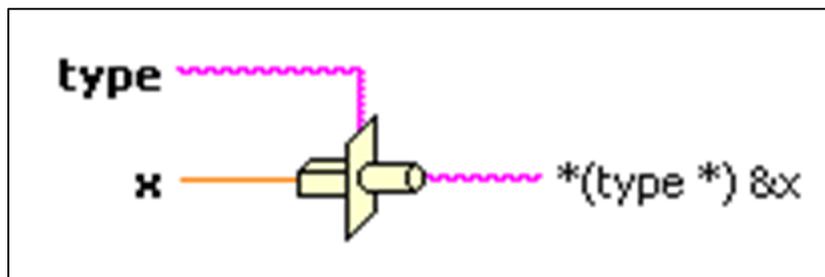


Figure 2. 19 VI de conversion de l'ascii vers décimal.

2.5.2 La conversion du scalaire vers vecteur

Le VI de la **Figure 2.20** permet d'avoir un vecteur à partir de plusieurs scalaires en entrée.

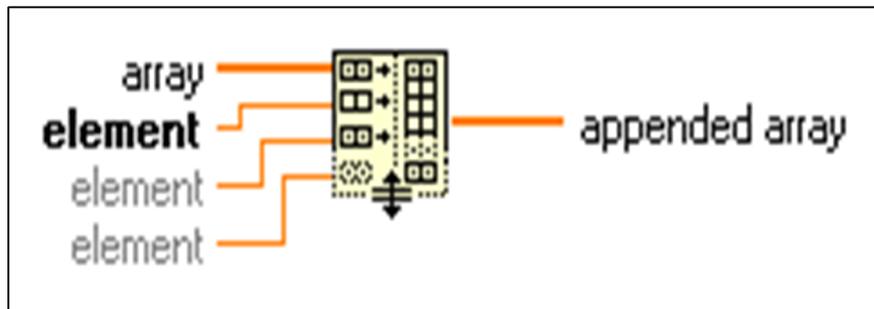


Figure 2.20 VI qui converti plusieurs scalaires en un vecteur.

2.5.3 Repérage des identificateurs de séquence

Le VI de la **Figure 2.21** permet de rechercher un élément dans un vecteur et donner sa position.

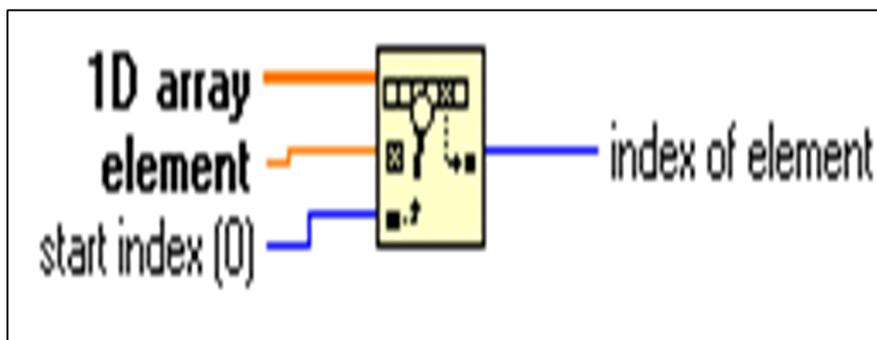


Figure 2.21 VI de recherche dans un vecteur.

2.5.4 Organigramme de conversion

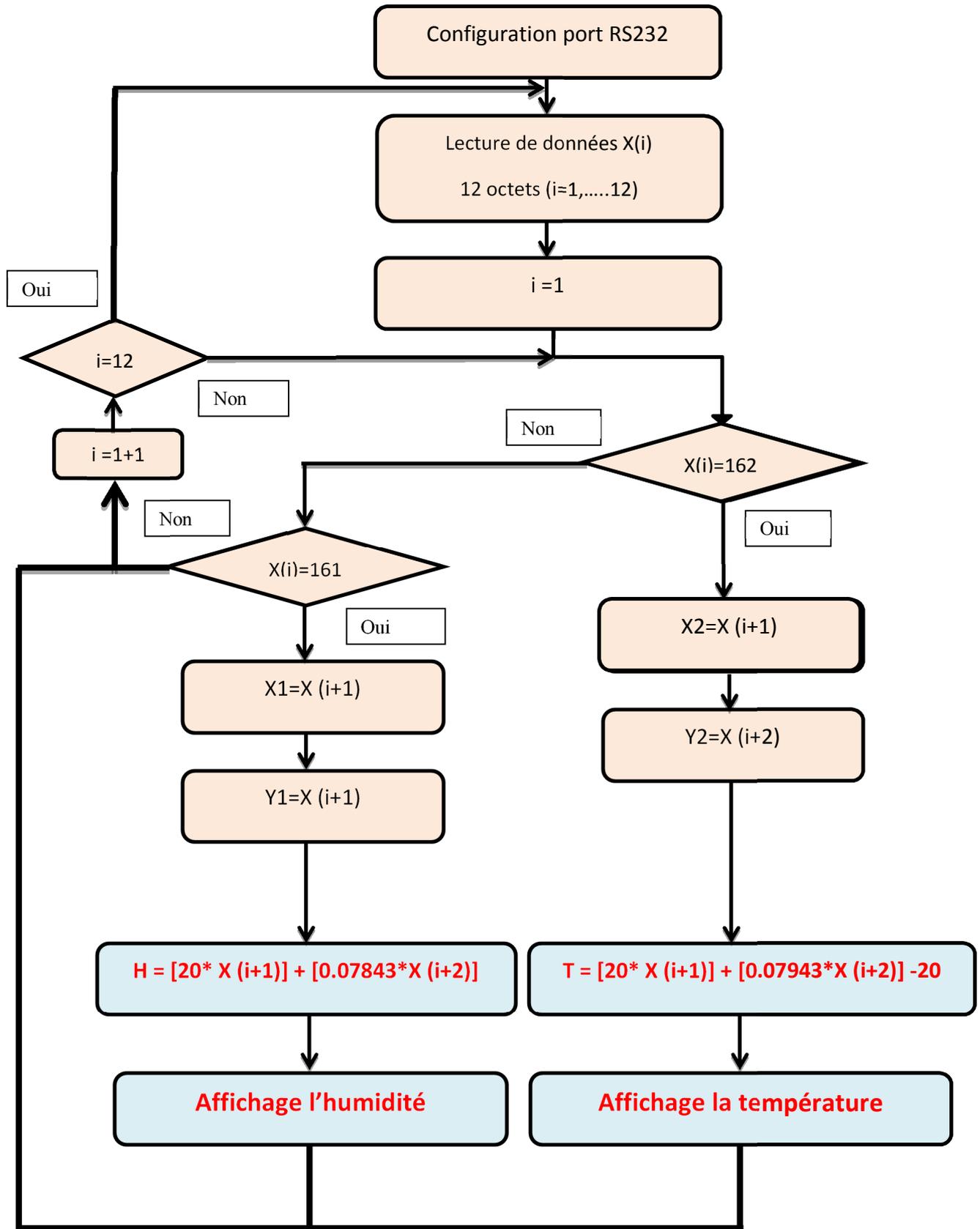


Figure 2. 22 Organigramme de décryptage et de conversion des données du capteur MS6503 [6].

Avec LABVIEW 7.0 on a développé un VI (instrument virtuel) qui permet de configurer le port de communication série RS232 et recevoir les données issues du capteur, et intégré ce code dans l'application globale de la plateforme, **Figure 2.23**.

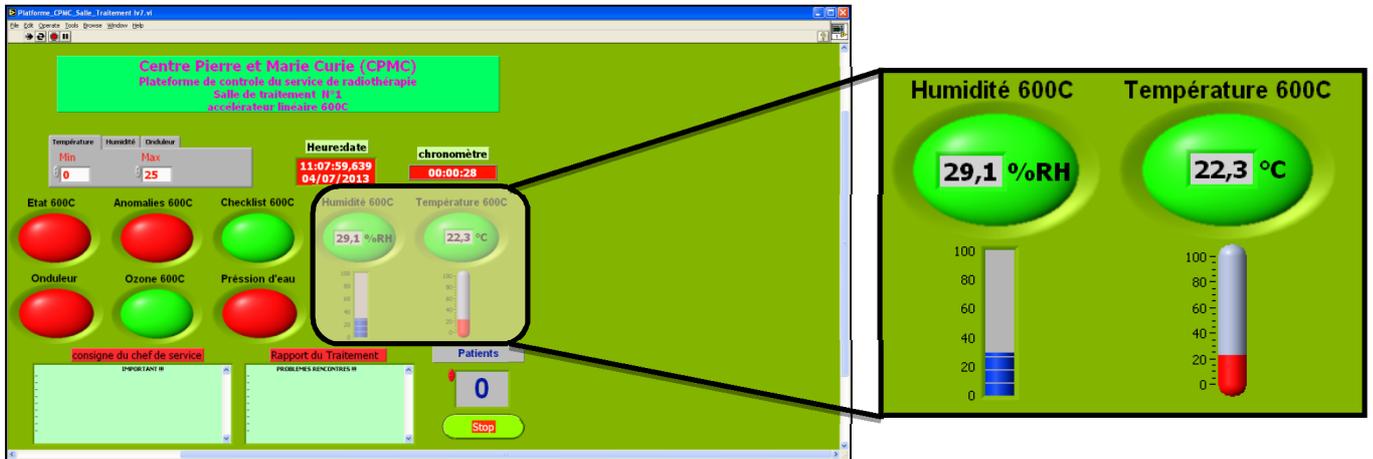


Figure 2. 23 Plateforme de monitoring conçu avec LABVIEW avec code capteur intégré [6].

Remarque :

Les ajustages de la température et de l'humidité tolérées dans la salle de traitement ou dans la salle des onduleurs sont réalisés sur la fenêtre montrée sur la **Figure 2.24**.



Figure 2. 24 Fenêtre d'ajustage de la température et de l'humidité [6].

2.5.5 Programme insérant Les formules polynomiale

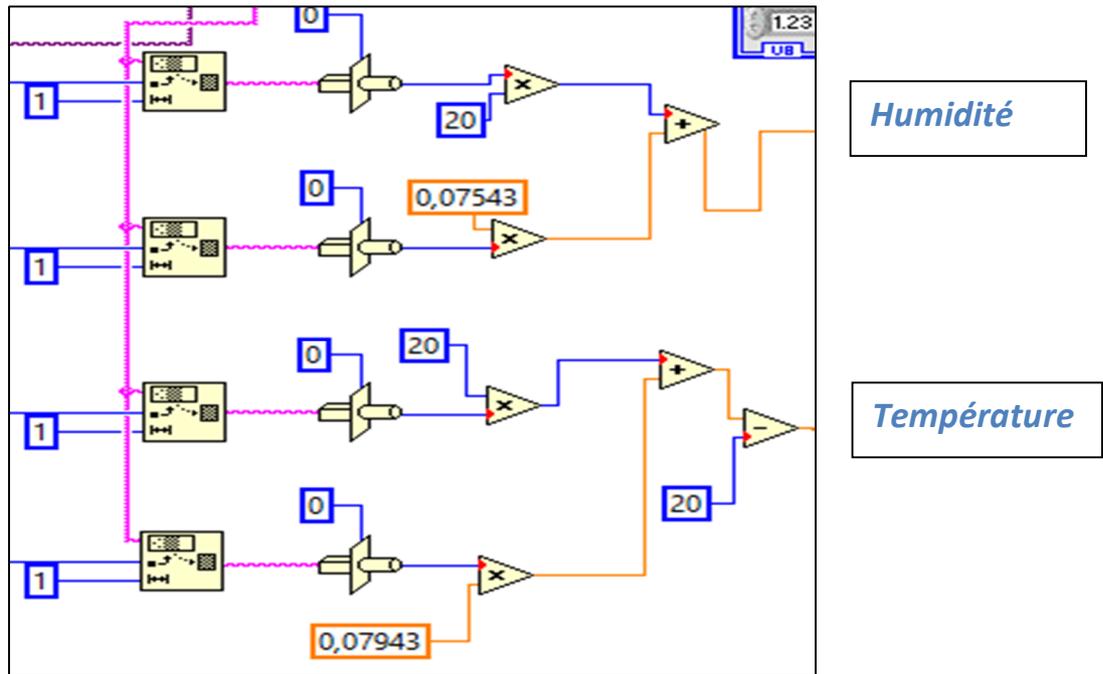


Figure 2. 12 Diagramme des fonctions de température T et de l'humidité H du code LABVIEW.

VI VISA Serial port

La figure 2.26 présente la face avant de La plateforme VISA du VI "VISA configure serial", utilisée pour configurer le port RS232, non produit par NI.

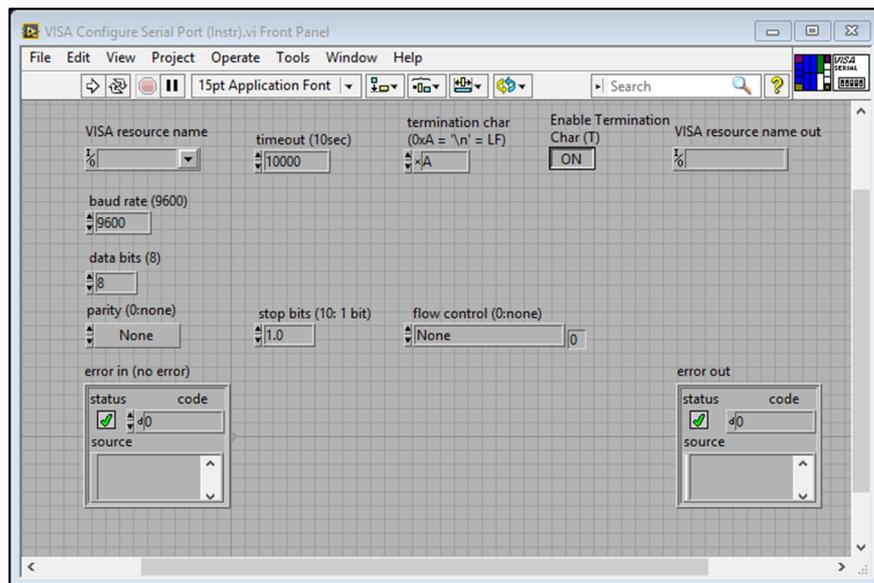


Figure 2. 13 Plateforme avant VISA.

Ce VI configure le port RS232 (les bits de données, vitesse de transmission, le bit de stop, le bit de parité...).

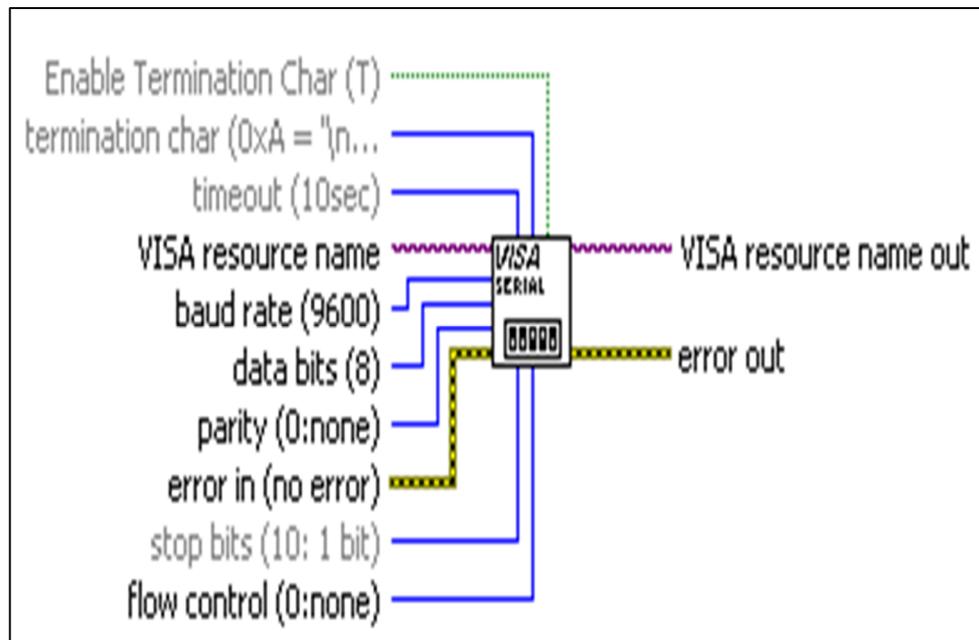


Figure 2. 14 VI VISA Configure Serial port.

La figure 2.28 présente le VI "lire les données" qui arrive au port RS232.

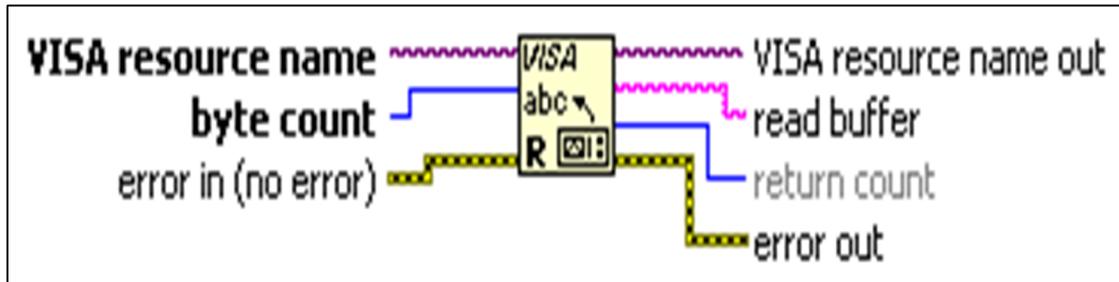


Figure 2. 15 VI VISA Read.

La fermeture des opérations mentionnées précédemment sont accomplies par le VI représenté par la figure 2.29

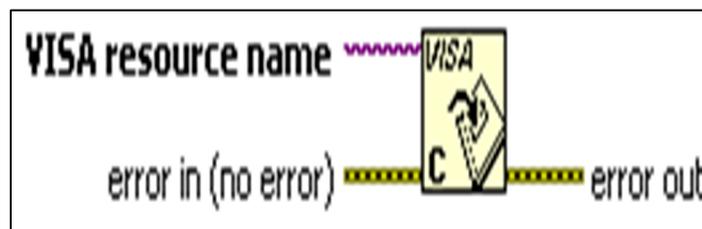


Figure 2. 16 VI VISA Close.

2.6 Conclusion

Le décryptage des informations du capteur MS6503 en temps réel par LabVIEW passe par 4 étapes : lecture et conversion des données, identification du nombre de trames pour chaque itération, identification des octets et attribution d'une formule qui traduit le code en valeurs réelles.

Le stockage de ces informations sera présenté dans le chapitre 3 comme une problématique à résoudre.

Chapitre 3 Stockage des données

3.1 Introduction

Les grandeurs physiques du capteur MS6503 décryptées par l'équipe (ICQ), doivent être enregistrées pour être traitées ultérieurement. On a proposé des programmes d'enregistrement des données par LabVIEW, sous forme texte, en utilisant toolkit "file I/O" ou sous forme tableur en utilisant toolkit " Report génération" par Excel.

Ce chapitre se présente comme suit :

- Généralité sur LABVIEW.
- Programmes de stockage des données par LabVIEW.
 - ∞ Enregistrement par Toolkit "Report génération".
 - ∞ Enregistrement par Toolkit " File I/O " format texte.
 - ∞ Enregistrement par Toolkit "File I/O" format tableau.
- Conclusion.

3.2 Généralité sur LABVIEW [7]

LabVIEW (Laboratory virtuel Instrument Engineering Workbench) est un langage de programmation dédié au contrôle d'instruments et analyse de données. Contrairement à la nature séquentielle des langages textuels, LabVIEW est basé sur un environnement de programmation graphique utilisant la notion de flot de données pour ordonnancer les opérations.

LabVIEW intégré l'acquisition, l'analyse, le traitement et la présentation de données.

Pour l'acquisition de données et le contrôle d'instruments, LabVIEW supporte les standards RS-232/422, USB, IEEE488(GPIB) et VXI/PXI, ainsi que les cartes d'acquisition de données.

Pour l'analyse et le traitement des données, les filtres, les fenêtres, les statistiques, la régression, l'algèbre linéaire et l'arithmétique matricielle.

LabVIEW intègre un grand nombre d'éléments de présentation tels les graphes déroulants, des graphes XY, des abaques de Smith, jauges, cadrans à aiguille.....

3.2.1 Les instruments virtuels (Vis)

Les programmes LabVIEW s'appellent des *Instruments virtuels (VI)*. Ces Vis ont trois parties principales : *la Face Avant, le diagramme et l'icône/Connecteur*.

La face avant d'un VI est avant tout une combinaison de commandes et d'indicateurs. Les commandes sont les entrées des Vis, elles fournissent les données au diagramme. Les indicateurs sont les sorties des Vis et affichent les entrées des données générées par le diagramme. On peut utiliser plusieurs types de commandes et d'indicateurs numériques, les curseurs, booléen, chaîne de caractères, les tables et les graphes (Cf. Figure 3.1).

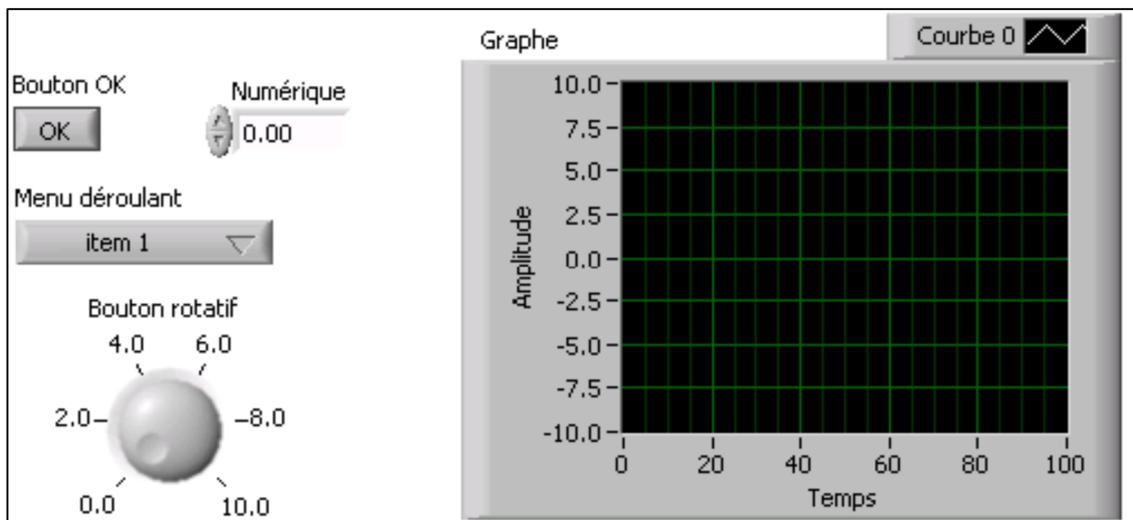


Figure 3. 8 La face avant d'un VI [7].

Chaque objet déposé sur la face avant génère dans le diagramme un symbole appelé *Terminal*. Ce terminal contient la valeur de l'objet graphique correspondant. Le symbole représente le type de donnée (par ex. DBL pour double avec, le sens du flot,

maigre avec une flèche à droite s'il s'agit d'un indicateur, gras avec une flèche à gauche s'il s'agit d'une commande).

Le diagramme contient les terminaux, les sous Vis, les fonctions, les constantes les structures ainsi que les fils qui relient les différents objets pour leur transmettre les données.

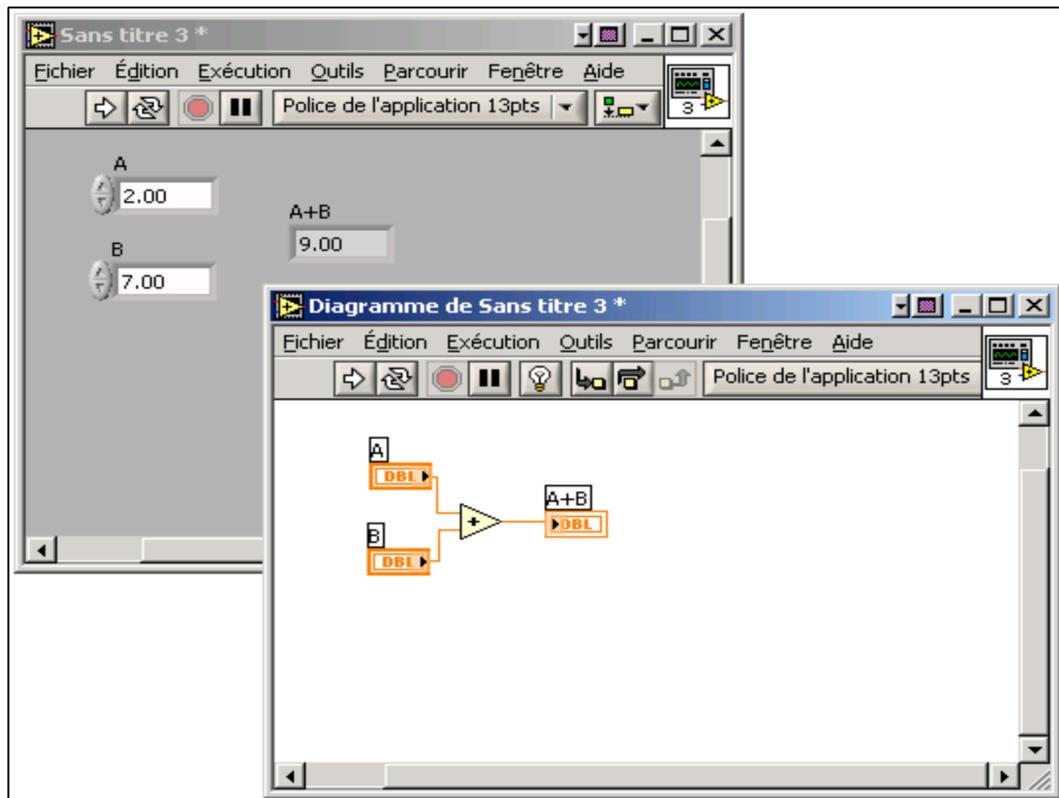


Figure 3. 9 La face avant et son diagramme [7].

Après avoir construit la face avant et le diagramme, on peut créer son icône et son connecteur. Si ce VI, devient un sous VI, il correspond à une routine dans un langage classique, le connecteur représente alors les paramètres entrant et sortant de la routine. L'icône identifiera le VI comme le ferait le nom de la routine. La hiérarchisation des applications facilite grandement la réutilisation du code et le débogage.

3.2.2 Environnement LABVIEW

Au lancement de l'application, la boîte de dialogue suivant apparait.

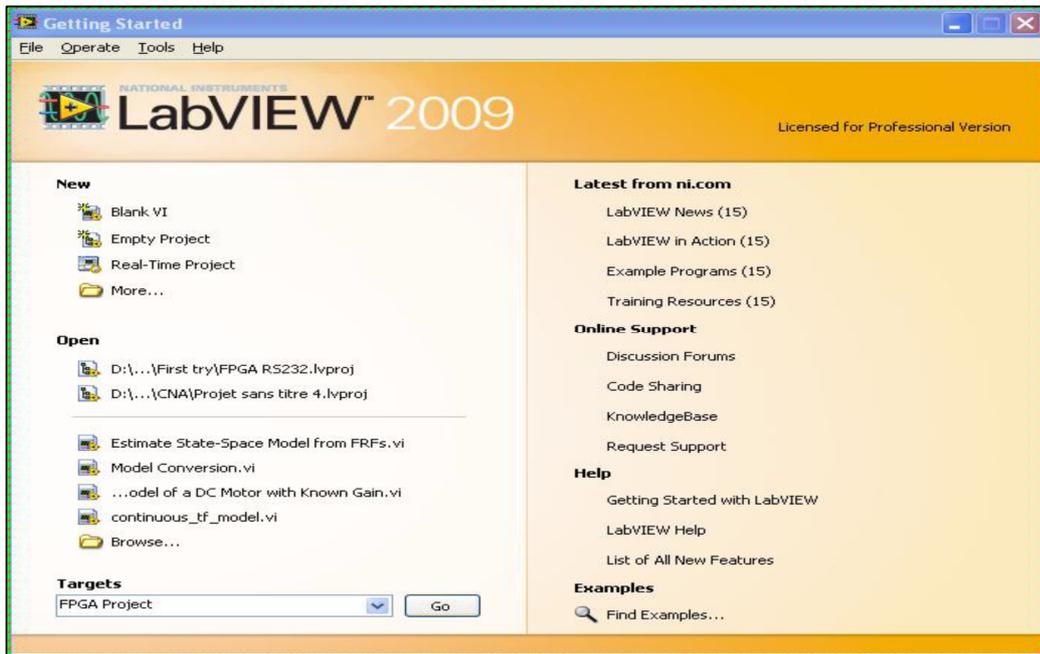


Figure 3. 10 Fenêtre de démarrage [7].

Elle permet les actions suivant :

Dans la zone New il est possible d'ouvrir un nouveau VI ou un nouveau projet. L'option More..... permet de créer d'autre types d'objets labview(des controles personnalisés, des variables globales , des Vis polymorphes, des VI pré-remplis à partir de modèles.....)

la zone de droite donne accès à l'aide et aux exemples ainsi qu'aux différentes ressources d'aide disponibles sur la toile.

a Barre d'outils de la face avant

La barre d'outils suivante est présente sur la face avant, elle donne accès au outils d'exécution et de présentation.

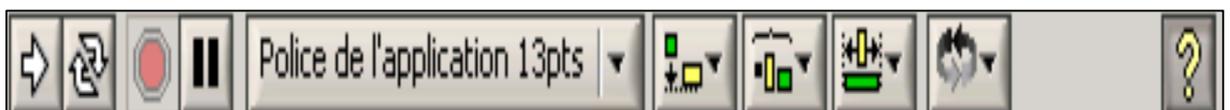


Figure 3. 11 Barre d'outils de la face avant [7].

-  lance l'exécution du VI.
-  Indique que le VI est en cour d'exécution et qu'il s'agit d'un VI de niveau superieur(il n'a pas été appelé par un autre VI).
-  Indique que le VI est en cour d'exécution et qu'il s'agit d'un sous VI(il a été appelé par un autre VI)
-  le bouton dexécution apparait brisé : le VI n'est pas exécutable (il contient des erreurs).
-  Relance continuelement le VI après chaque fin d'exécution(équivalent à déposer le VI dans une boucle infinie). Les boutons stop ou pause arrêtent l'exucution.
-  Arrête l'exécution de VI
-  Suspend l'exécution du VI, l'icone devient rouge pour indiquer que le VI est en pause, Appuyer de nouveau sur le bouton pour continuer l'exécution.
-  Permet de choisir la fonte, la grise, la couleur... d'un champcontenant du texte.
-  permet d'aligner des objets, d'en égaliser l'espacement et la taille.
-  Change le plan d'un objet, pour permettre des superpositions.
-  cache ou affiche l'aide contextuelle.

b Barre d'outils du diagramme

La barre d'outils suivante est présente sur le diagramme, elle donne accès aux outils de mise au point et de présentation.



Figure 3. 12 Barre d'outils du diagramme [7].

-  Fait apparaître le flot de données sur les fils et sur les connexions des VI.
-  Entre dans une structure ou dans un sous VI, lors de l'exécution pas à pas. Chaque structure ou sous VI se met à clignoter lorsqu'il est prêt à être exécuté.
-  Saute l'exécution détaillée d'une structure ou un Vi lors de l'exécution pas à pas.
-  Termine l'exécution détaillée d'une boucle ou d'un sous VI.
-  Dénote un problème d'exécution potentiel, mais n'empêchant pas le programme d'être exécuté. Cette option n'est pas naturellement active, on y accède par Outils " Options " Débogage.

c Menus contextuels

La plupart des objets présents dans les fenêtres de face avant et de diagramme possèdent des menus contextuels accessibles par un clic droit de souris.

d Menus

Une partie des menus contient des fonctions classiques d'enregistrement, d'édition, de changement de fenêtres..... D'autres sont spécifique à LabVIEW.

e Palettes

LabVIEW possède trois palettes flottantes respectivement nommées : Outils, Commande, et fonctions.

f Palette d'outils

La palette d'outils existe sur le diagramme et sur la face avant. Elle permet de modifier des valeurs, des couleurs, mais aussi de câbler les entrées et les sorties des icônes entre elles, de poser des points d'arrêt, des sondes.....



Figure 3. 13 La palette d'outils [7].

g Palette de commandes

La palette de commandes est disponible dans la fenêtre de face avant. Elle apparaît fugitivement lors d'un clic droit dans un endroit vierge de la fenêtre, ou par Fenêtre "Afficher la palette de commandes". Elle contient tous les éléments graphiques disponibles pour créer l'interface utilisateur. Ceux-ci sont hiérarchisés par types de données ou par grandes familles d'objets. On aperçoit ci-dessous la palette de commandes.



Figure 3. 14 La palette de commandes [7].

h Palette de fonctions

Elle est accessible dans le diagramme par les mêmes méthodes que celle de commande. Elle contient l'ensemble des fonctions de LABVIEW regroupée par type de fonctionnalités (Programmation, acquisition, traitement mathématique, connectivité.....).



Figure 3. 15 La palette de fonctions [7].

i Contrôles et Indicateurs Numérique

Les deux objets les plus couramment utilisés sont les contrôles et les indicateurs, représentés ci-dessous

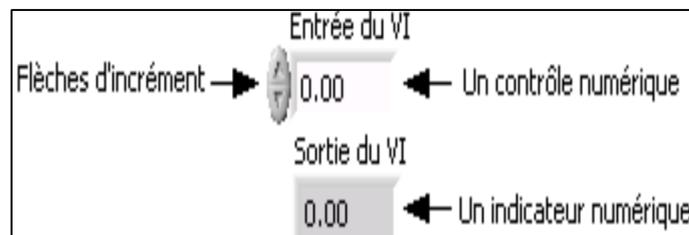


Figure 3. 16 Contrôles et indicateurs [7].

Pour saisir ou modifier la valeur d'un contrôle numérique, on peut utiliser les flèches d'incrément ou entrer une valeur avec l'outil texte.

j Contrôles et indicateur booléens

A utiliser pour saisir et afficher des valeurs binaires. Les objets booléens les plus communs sont les interrupteurs à basculer et les diodes LED.

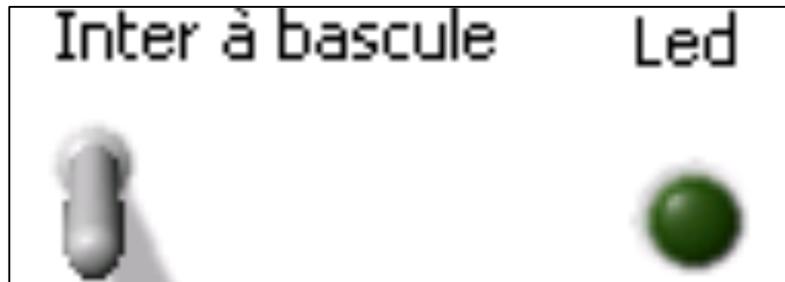


Figure 3. 17 Les booléens [7].

3.2.3 Palette programming

Cette palette de programmation est l'ensemble des fonctions de LABVIEW regroupées par type de fonctionnalités comme dans la tâche « palette de fonction ».

Les toolkits qui existent dans cette palette :

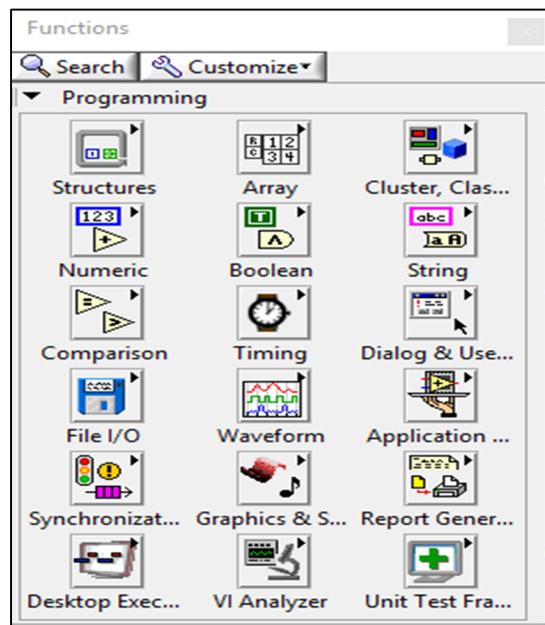


Figure 3. 18 Palette programming [7].

Structures, Tableau, Cluster, Classe et variante, Numérique, Comparaison de string, Temps, Interface de dialogue et utilisateur, E / S de fichiers, forme d'onde, Contrôle des applications, Synchronisation, Graphisme et son, Génération de rapports, exécution de bureau, Trace.

3.3 Développement des Programmes de stockage

Il existe plusieurs méthodes de stockage des données avec lesquelles on a développé les programmes en utilisant les toolkits de LabVIEW suivants :

- ✚ Toolkit Génération de rapports.
- ✚ Toolkit Fichier E / S.
- ✚ Toolkit Tableau.
- ✚ Toolkit Structures.
- ✚ Toolkit Timing.
- ✚ Toolkit Dialogue et User Interface.
- ✚ Toolkit Chaîne.

Toolkit Génération de rapports

Il comprend les VIs qui gèrent les rapports dans LabVIEW de type Word, Excel, HTML, ..., figure 3.12

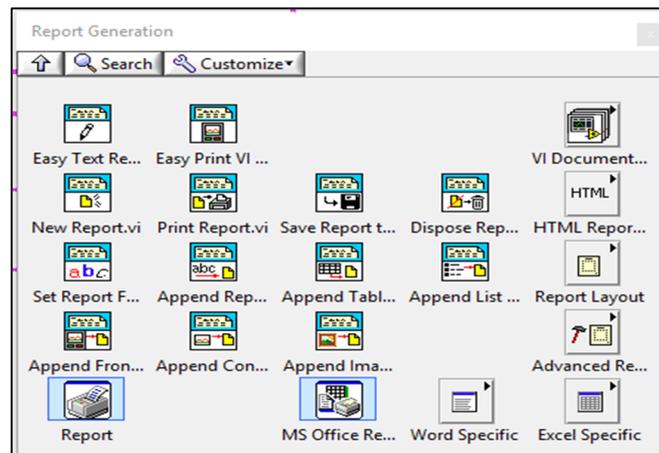


Figure 3. 12 La palette du Toolkit Génération de rapports.

La palette "Excel Specific" de la figure 3.13 issue de la palette principale permet d'extraire la palette "Excel General" pour obtenir et nommer la feuille du tableau à ajouter dans Excel, figure 3.14

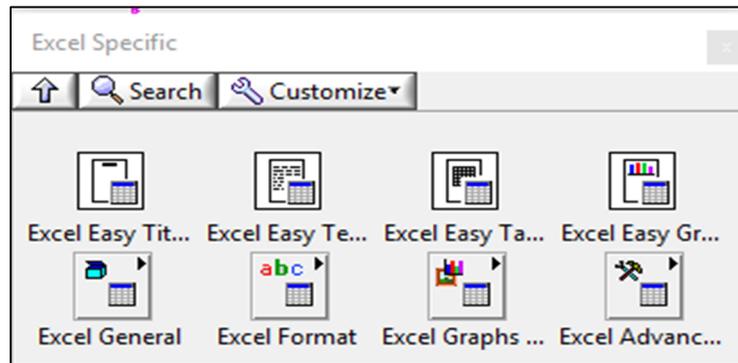


Figure 3. 13 palette Excel Specific.

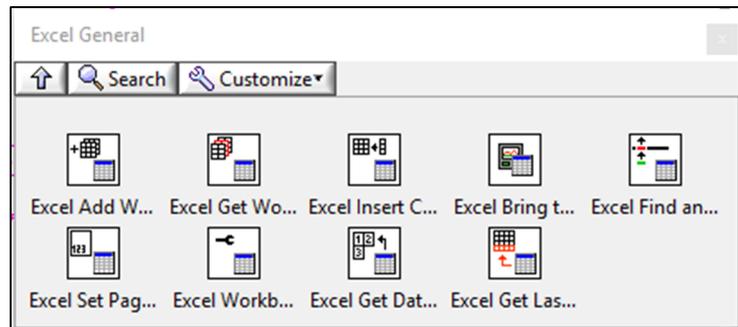


Figure 3. 14 La palette Excel General.

Toolkit File I/O

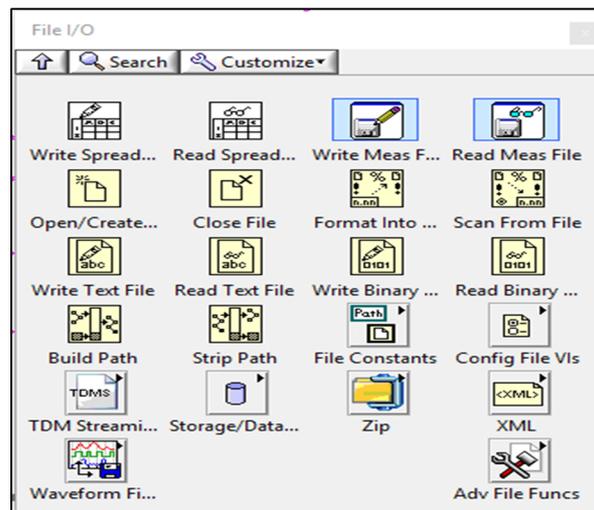


Figure 3. 15 La palette de la toolkit File I/O.

Toolkit Timing

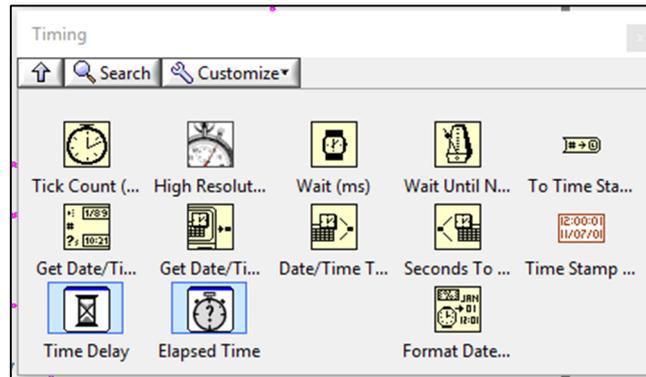


Figure 3. 16 Toolkit Timing.

C.1VI Get Date/Time In Seconds

La figure 3.17 représente le VI « Get Date/Time In Seconds » qui relie avec le VI « Get Date/Time In String », figure 3.18 permet obtenir la date et le temps.

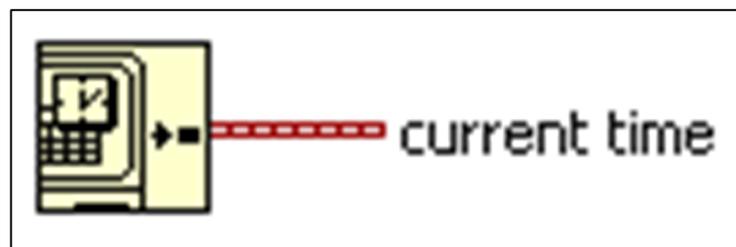


Figure 3. 17 VI Get Date/Time In Seconds.

C.2VI Get Date/Time String

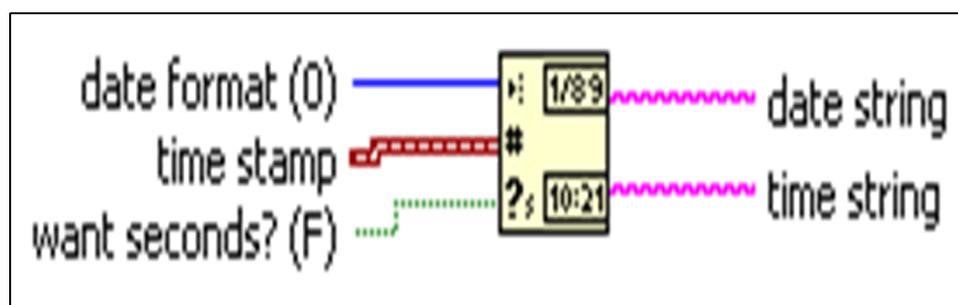


Figure 3. 18 VI Get Date/Time String.

On a mis en œuvre trois types d'enregistrement :

- ✚ Enregistrement par utilisation de toolkit Génération de rapports.
- ✚ Enregistrement par utilisation de toolkit fichier E/S de la forme texte.
- ✚ Enregistrement par utilisation de toolkit fichier E/S de la forme tableaux.

3.3.1 Enregistrement par Toolkit Report génération

a Développement du programme et de la face avant par LabVIEW

Ce programme a été développé par LabVIEW version 2014 en utilisant le toolkit Excel spécifique pour stocker les informations (temps, date, Température, humidité), figure3.19.

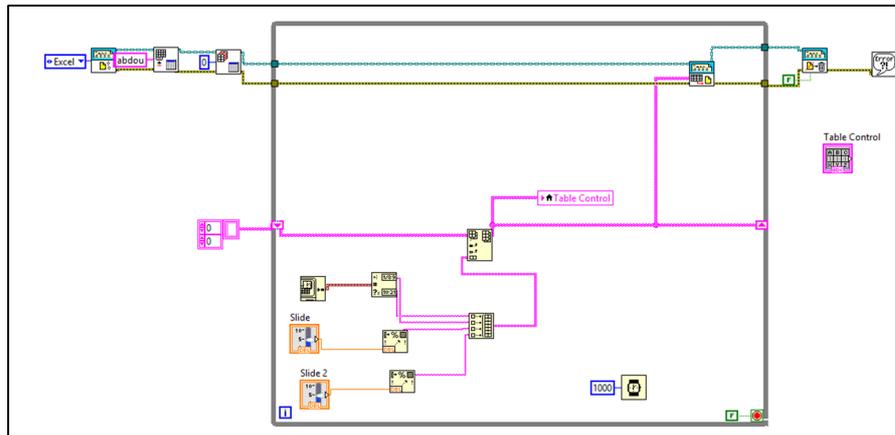


Figure 3. 19 Développement du programme et la face avant par LabVIEW.

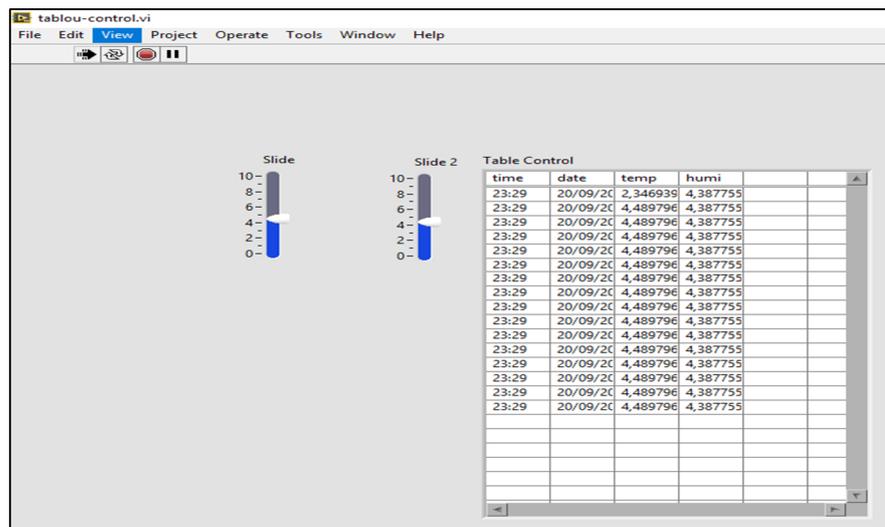
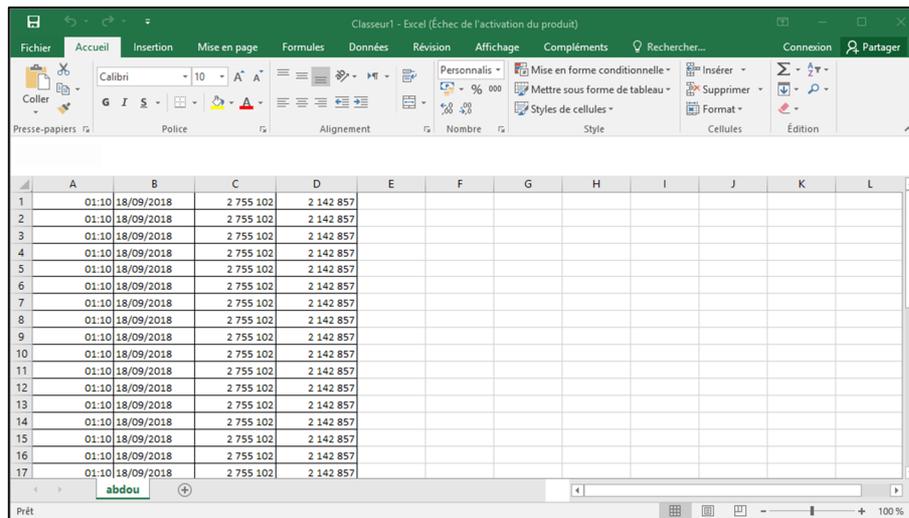


Figure 3. 20 la face avant du programme.

b Enregistrement des données sur Excel

Pour exécuter le programme précédent on doit appuyer sur l'icône de démarrage " lancer l'exécution du VI ", les informations affichées sur la face avant représentent la variation manuelle des grandeurs physiques enregistrées simultanément sur fichier Excel de la figure 3.21.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
2	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
3	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
4	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
5	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
6	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
7	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
8	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
9	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
10	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
11	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
12	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
13	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
14	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
15	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
16	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								
17	01:10	18/09/2018	2 755 102	2 142 857								

Figure 3. 21 Fichier d'enregistrement Excel.

On a simulé deux types d'enregistrement par toolkit Fichier E/S :

- Type format texte.
- Type format tableau.

On peut utiliser les VI de cette toolkit pour l'écriture ou bien la lecture de tableur, mesures, format texte, binaire, ouverture et création et fermeture d'un fichier....

3.3.2 Enregistrement par Toolkit File I/O de format texte

a Développement du programme et de la face avant par LabVIEW

Ce programme a été développé par LabVIEW version 2014 en utilisant le toolkit "File I/O" pour stocker les informations (temps, date, Température, humidité), en utilisant les VIs suivant :

La figure 3.22 représente le VI « format into string » qui assemble plusieurs caractères dans un format texte.

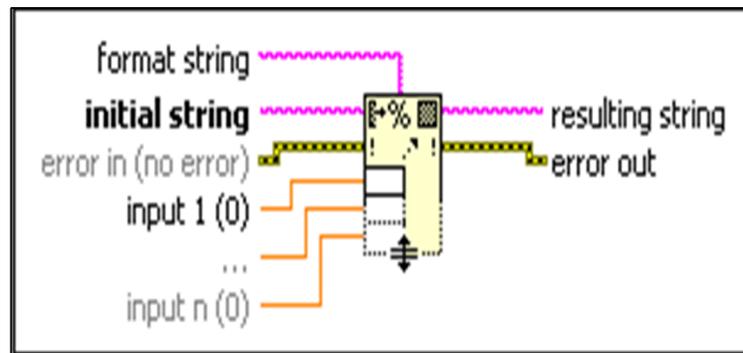


Figure 3. 19 VI Format Into String.

La figure 3.23 représente le VI « close file » qui ferme le fichier.

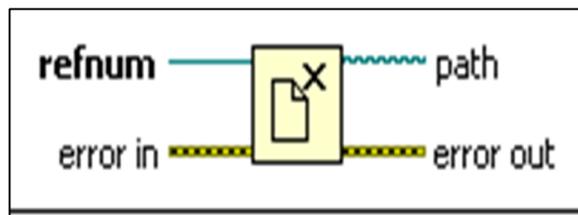


Figure 3. 20 VI close file.

La figure 3.24 représente le VI « format string » adopté pour enregistrer les informations à traiter.

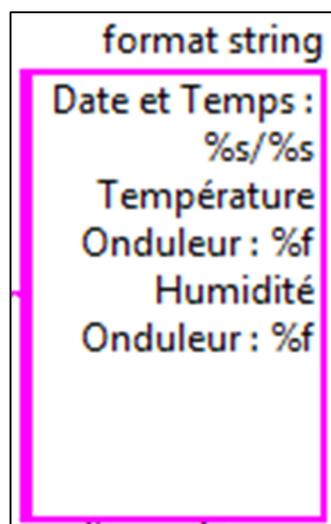


Figure 3. 21 VI format string.

La figure 3.25 représente le VI « Error »

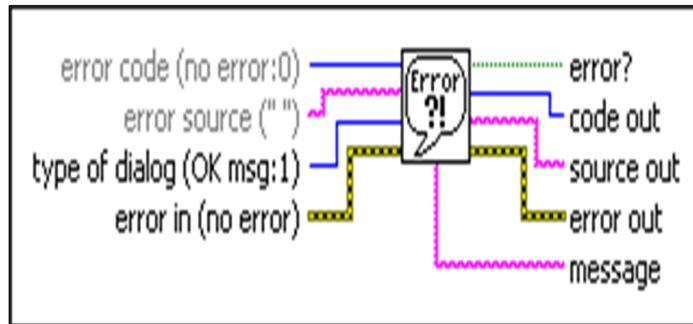


Figure 3. 22 VI error.

Exemple sur l'écriture d'une chaîne dans un fichier

Le diagramme de la figure 3.26 permet d'écrire une chaîne "Hello" dans un fichier.

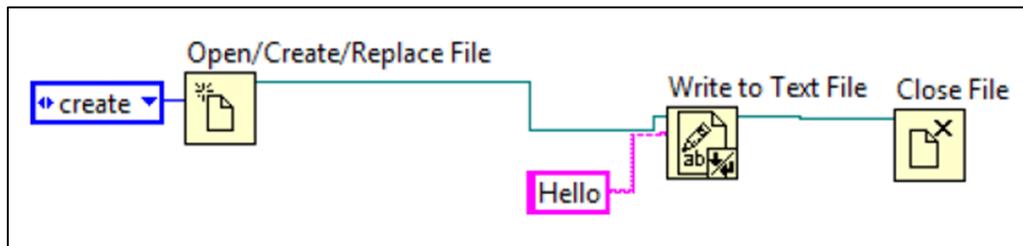


Figure 3. 23 programme d'écriture dans fichier.

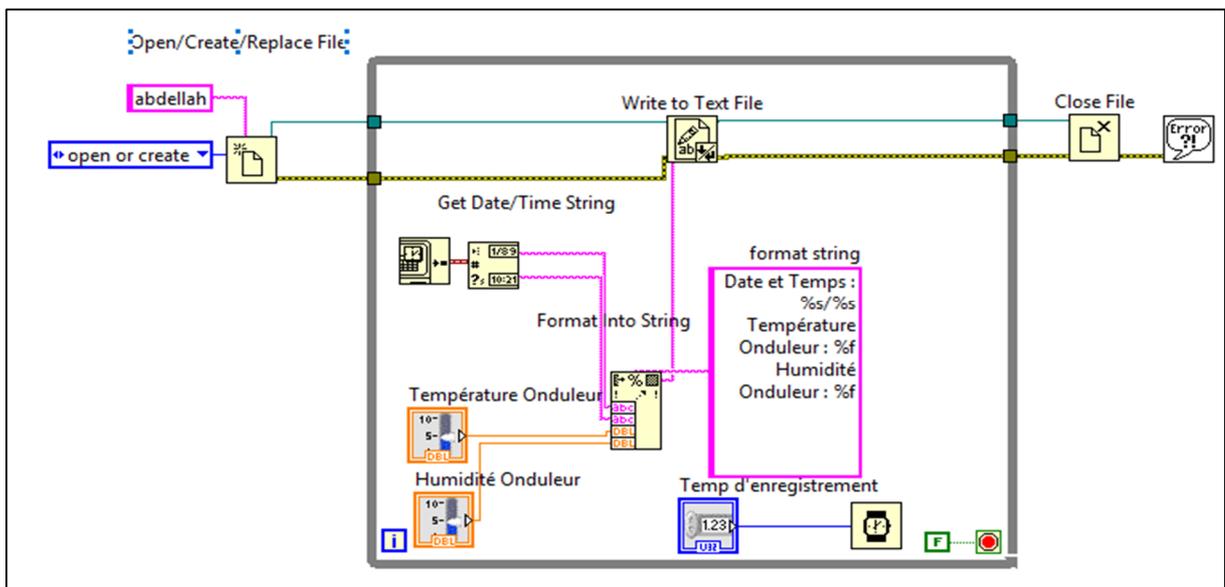


Figure 3. 27 Développement du programme et la face avant par LabVIEW.

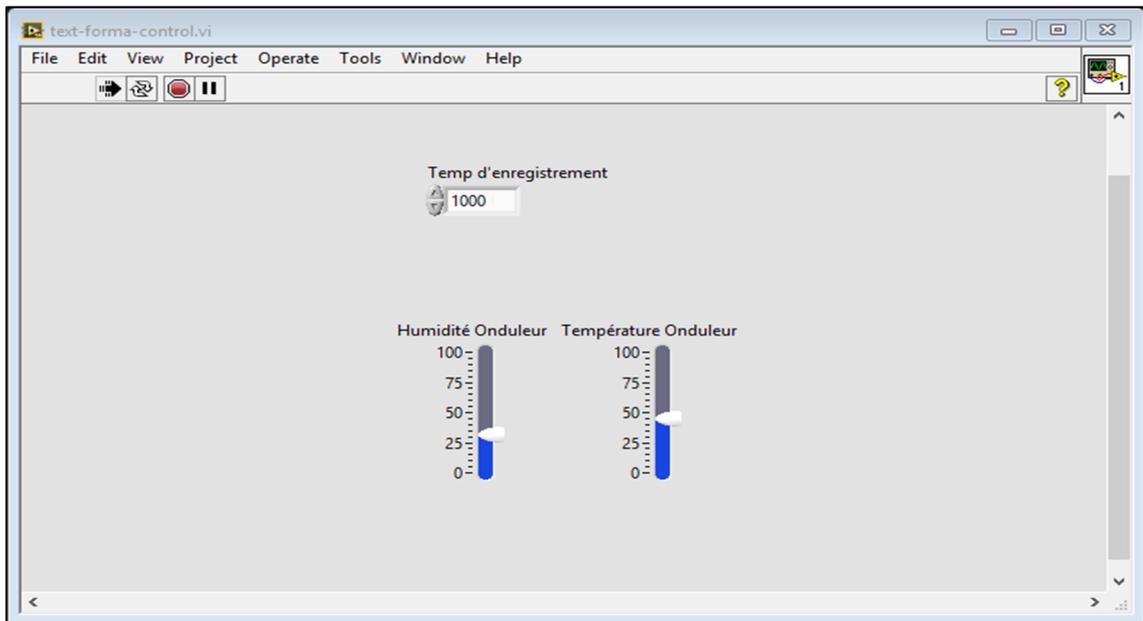


Figure 3. 28 La face avant de programme.

b Enregistrement sur fichier texte

La figure 3.29 représente le texte enregistré par ce programme.

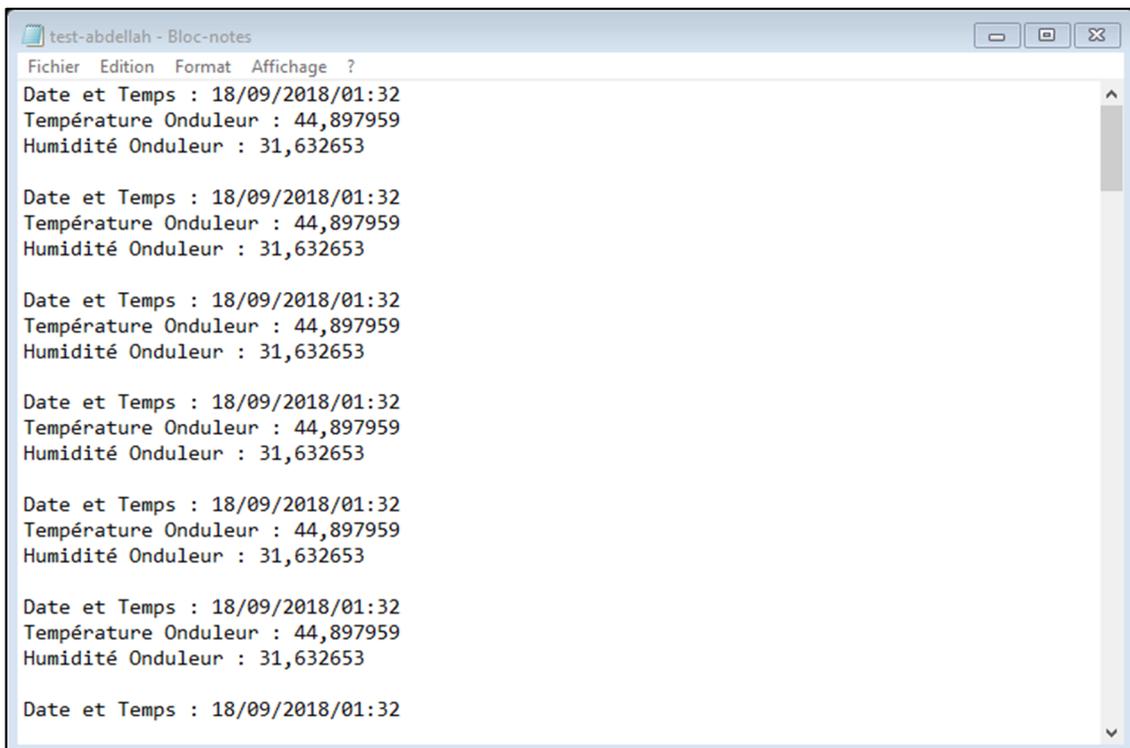


Figure 3.29 Enregistrement sur fichier texte.

3.3.3 Enregistrement par Toolkit File I/O format tableau

On a utilisé ce toolkit pour obtenir un fichier texte qui permet d'insérer les grandeurs physiques affichées sur la plateforme de la face avant du programme LabVIEW développé par l'équipes (ICQ) [7], présenté dans le chapitre 2.

a Block d'ouvrir/créer d'un fichier et écriture

Il a pour rôle d'ouvrir le fichier d'enregistrement et créer l'entête du tableau, figure 3.30. Ce block (programme) est placé avant la boucle « While Loop » qui permet d'enregistrer les données en provenance du capteur.

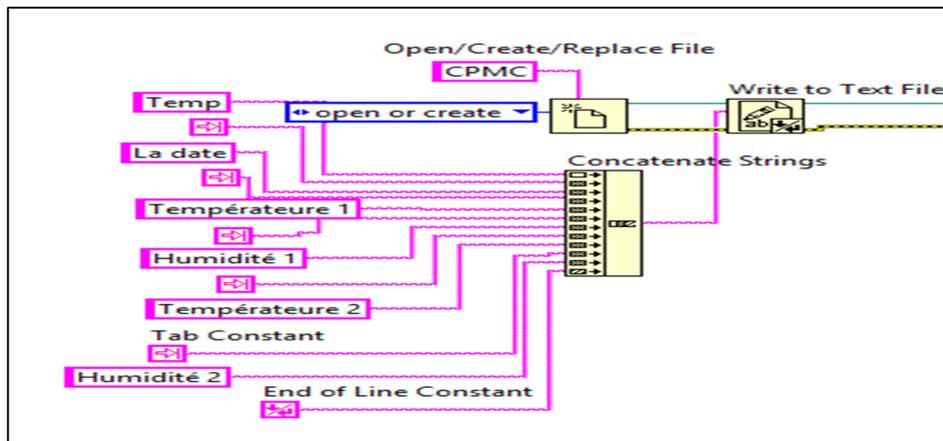


Figure 3. 30 premier bloc.

Les express VIs utilisés dans ce programme sont :

a.1 VI Open/Create/Replace File

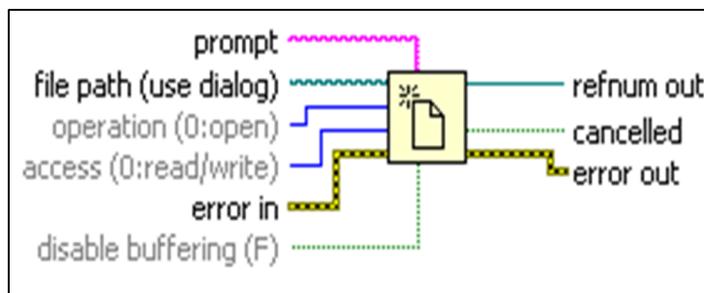


Figure 3. 31 VI Open/Create/Replace File.

a.2 VI Write to Text File

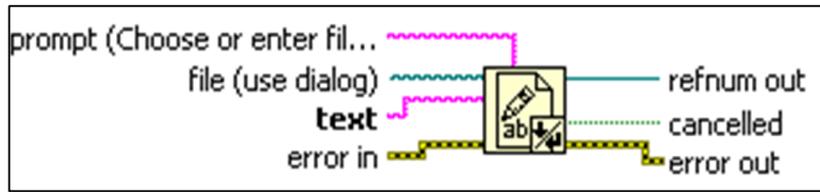


Figure 3. 32 VI Write to Text File.

a.3 VI Concatenate Strings

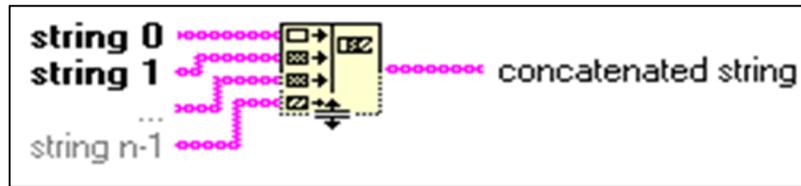


Figure 3. 33 VI Concatenate Strings.

b Block d'insertion des données

Dans ce block on a développé le programme qui permet d'insérer les données en provenance de deux capteurs « MS6503 », installées dans les salles de traitement de la radiothérapie avec la date et le temps.

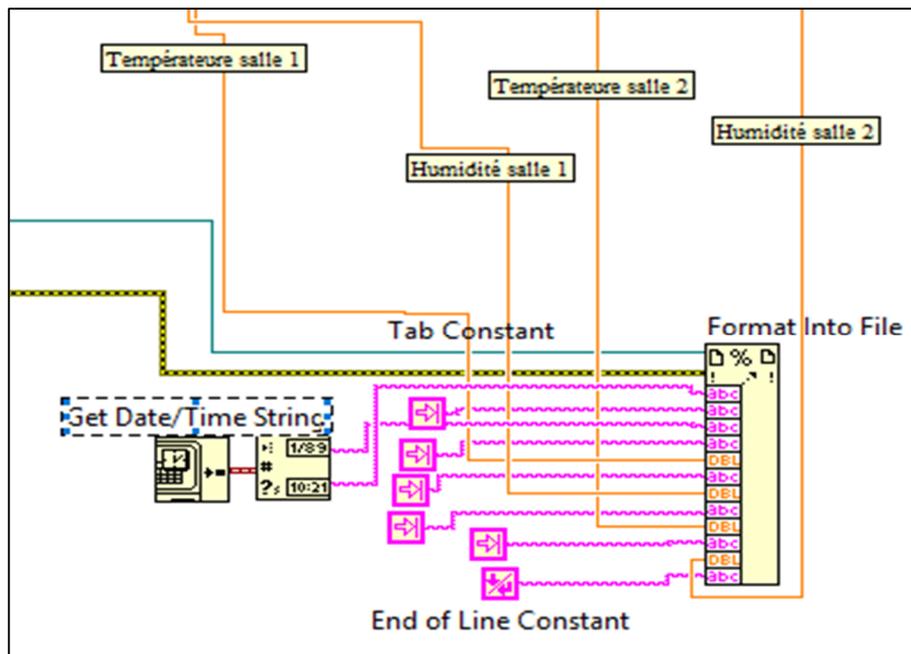
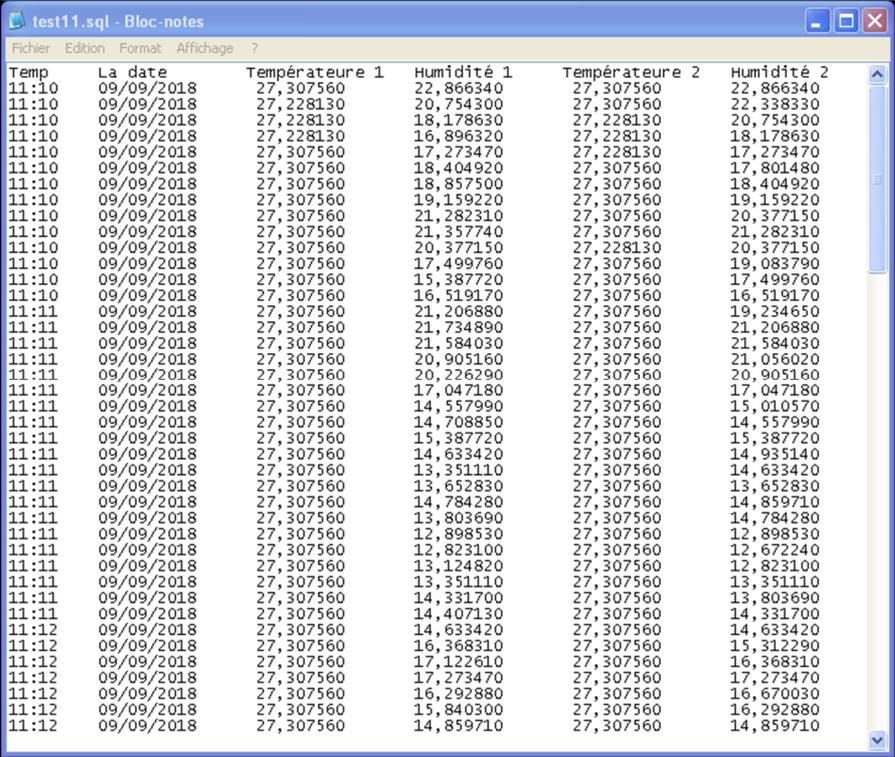


Figure 3. 34 deuxième block.

c Le fichier texte format tableau

La figure 3.35 représente le fichier texte obtenu par le troisième programme d'enregistrement reproduit dans l'annexe (tableau 4).



Temp	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:10	09/09/2018	27,307560	22,866340	27,307560	22,866340
11:10	09/09/2018	27,228130	20,754300	27,307560	22,338330
11:10	09/09/2018	27,228130	18,178630	27,228130	20,754300
11:10	09/09/2018	27,228130	16,896320	27,228130	18,178630
11:10	09/09/2018	27,307560	17,273470	27,228130	17,273470
11:10	09/09/2018	27,307560	18,404920	27,307560	17,801480
11:10	09/09/2018	27,307560	18,857500	27,307560	18,404920
11:10	09/09/2018	27,307560	19,159220	27,307560	19,159220
11:10	09/09/2018	27,307560	21,282310	27,307560	20,377150
11:10	09/09/2018	27,307560	21,357740	27,307560	21,282310
11:10	09/09/2018	27,307560	20,377150	27,228130	20,377150
11:10	09/09/2018	27,307560	17,499760	27,307560	19,083790
11:10	09/09/2018	27,307560	15,387720	27,307560	17,499760
11:10	09/09/2018	27,307560	16,519170	27,307560	16,519170
11:11	09/09/2018	27,307560	21,206880	27,307560	19,234650
11:11	09/09/2018	27,307560	21,734890	27,307560	21,206880
11:11	09/09/2018	27,307560	21,584030	27,307560	21,584030
11:11	09/09/2018	27,307560	20,905160	27,307560	21,056020
11:11	09/09/2018	27,307560	20,226290	27,307560	20,905160
11:11	09/09/2018	27,307560	17,047180	27,307560	17,047180
11:11	09/09/2018	27,307560	14,557990	27,307560	15,010570
11:11	09/09/2018	27,307560	14,708850	27,307560	14,557990
11:11	09/09/2018	27,307560	15,387720	27,307560	15,387720
11:11	09/09/2018	27,307560	14,633420	27,307560	14,935140
11:11	09/09/2018	27,307560	13,351110	27,307560	14,633420
11:11	09/09/2018	27,307560	13,652830	27,307560	13,652830
11:11	09/09/2018	27,307560	14,784280	27,307560	14,859710
11:11	09/09/2018	27,307560	13,803690	27,307560	14,784280
11:11	09/09/2018	27,307560	12,898530	27,307560	12,898530
11:11	09/09/2018	27,307560	12,823100	27,307560	12,672240
11:11	09/09/2018	27,307560	13,124820	27,307560	12,823100
11:11	09/09/2018	27,307560	13,351110	27,307560	13,351110
11:11	09/09/2018	27,307560	14,331700	27,307560	13,803690
11:11	09/09/2018	27,307560	14,407130	27,307560	14,331700
11:12	09/09/2018	27,307560	14,633420	27,307560	14,633420
11:12	09/09/2018	27,307560	16,368310	27,307560	15,312290
11:12	09/09/2018	27,307560	17,122610	27,307560	16,368310
11:12	09/09/2018	27,307560	17,273470	27,307560	17,273470
11:12	09/09/2018	27,307560	16,292880	27,307560	16,670030
11:12	09/09/2018	27,307560	15,840300	27,307560	16,292880
11:12	09/09/2018	27,307560	14,859710	27,307560	14,859710

Figure 3. 35 Le fichier texte.

3.4 Conclusion

Nous avons proposé plusieurs types d'enregistrement par LabVIEW et nous avons obtenu les avantages et les inconvénients de ces différents types.

Chaque un de ces enregistrements obtenus soit en fichier texte ou Excel peut être mis sous base de données MYSQL pour permettre une étude statistique. Il existe d'autres méthodes d'utilisation de toolkit « data base connectivité » beaucoup plus performantes qui nécessitent la maîtrise des outils informatiques avancés (MYSQL, PHP, Serveur Web Apache, Base de données MYSQL).

Conclusion générale

Dans ce mémoire, nous avons présenté un travail sur la détection d'anomalies dans un service de radiothérapie, en utilisant le capteur MS6503 des deux grandeurs physiques à savoir ; température et l'humidité et un PC qui assure la connexion entre eux par une liaison série filaire de type RS232. Cette installation serait intégrée dans une salle de traitement radiothérapie.

Le contrôle de ces deux grandeurs physiques (température, humidité), nous avons utilisés le logiciel LabVIEW du groupe national instrument.

Dans un premier temps, nous avons étudié le mode d'utilisation du capteur MS6503. La configuration de ce capteur montre deux modes de fonctionnement, le mode Continu et le mode Extinction automatique.

La première chose que les chercheurs de CDTA avaient remarquée, c'était que les données du capteur MS6503 étaient cryptées. Dans ce projet, nous avons réalisé le décryptage des données du capteur MS6503. On peut, actuellement, lire et convertir les données du capteur en attribuant une formule traduisant le code en valeurs réelles. L'erreur est aussi estimée.

La deuxième tâche étudiée consiste à développer un code de lecture du capteur sous LabVIEW et son intégration dans l'application globale.

La troisième tâche consiste en un développement de deux fonctions polynomiales qui traduisent la fonction du transfert du capteur MS6503.

La quatrième tâche consiste à configurer le port série RS232 sur LabVIEW par VI VISA Configure Sérial port instrument I/O dans toolkit « VISA ».

La tâche principale de ce mémoire c'est le développement de notre programme par LabVIEW pour pouvoir stocker les informations ; date, temps, température et humidité de la salle de traitement dans un fichier texte sous forme de tableau.

Le système proposé est à moindre cout vu la solution technique adapté (utilisation de PC standard, carte d'acquisition de donnée Universal, capteur en réseau, etc. ...).

Pour améliorer notre projet et compléter ce travail, nous proposons les perspectives suivantes :

- ⊗ Utiliser LabVIEW pour pouvoir contrôler la qualité de tous les instruments de la salle de traitement radiothérapie connecté au PC et les ajouter dans le pupitre contrôle de tous le service et afficher sur l'écran de PC ou d'une télévision LED.
- ⊗ Créer une table de base de données qui gère le fichier de stockage qu'on a réalisé.
- ⊗ La gestion des médecins qui sont programmé pour le suivi des malades par un système informatique connecté a une base de données qui semble nécessaire et obligatoire pour assurer une meilleure qualité des soins.
- ⊗ Faire une étude statistique qui présente l'état des patients traités.

Annexes

Code	Température	Code	Humidité
0	20	0	0
2	20,1	2	0,1
3	20,2	3	0,2
4	20,3	4	0,3
6	20,4	6	0,4
7	20,5	7	0,5
8	20,6	8	0,6
9	20,7	10	0,7
11	20,8	11	0,8
12	20,9	12	0,9
13	21	13	1
14	21,1	15	1,1
16	21,2	16	1,2
17	21,3	17	1,3
18	21,4	19	1,4
19	21,5	20	1,5
21	21,6	21	1,6
22	21,7	22	1,7
23	21,8	23	1,8
24	21,9	25	1,9
26	22	26	2
27	22,1	28	2,1
28	22,2	29	2,2
29	22,3	30	2,3
31	22,4	31	2,4
32	22,5	33	2,5
33	22,6	34	2,6
35	22,7	35	2,7
36	22,8	37	2,8
37	22,9	38	2,9
38	23	39	3
40	23,1	40	3,1
41	23,2	42	3,2
42	23,3	43	3,3
43	23,4	44	3,4

Code	Température	Code	Humidité
45	23,5	46	3,5
46	23,6	47	3,6
47	23,7	48	3,7
48	23,8	50	3,8
50	23,9	51	3,9
51	24	52	4
52	24,1	53	4,1
53	24,2	55	4,2
55	24,3	56	4,3
56	24,4	57	4,4
57	24,5	59	4,5
59	24,6	60	4,6
60	24,7	61	4,7
61	24,8	62	4,8
62	24,9	64	4,9
63	25	65	5
65	25,1	66	5,1
66	25,2	68	5,2
68	25,3	69	5,3
69	25,4	70	5,4
70	25,5	71	5,5
71	25,6	73	5,6
72	25,7	74	5,7
74	25,8	75	5,8
75	25,9	77	5,9
76	26	78	6
77	26,1	79	6,1
79	26,2	80	6,2
80	26,3	82	6,3
81	26,4	83	6,4
83	26,5	84	6,5
84	26,6	86	6,6
85	26,7	87	6,7
86	26,8	88	6,8
88	26,9	90	6,9
89	27	91	7
90	27,1	92	7,1
91	27,2	93	7,2
93	27,3	95	7,3
94	27,4	96	7,4
95	27,5	97	7,5
97	27,6	99	7,6
98	27,7	100	7,7
99	27,8	101	7,8

Code	Température	Code	Humidité
100	27,9	102	7,9
102	28	104	8
103	28,1	105	8,1
104	28,2	106	8,2
105	28,3	108	8,3
107	28,4	109	8,4
108	28,5	110	8,5
109	28,6	111	8,6
110	28,7	113	8,7
112	28,8	114	8,8
113	28,9	115	8,9
114	29	117	9
115	29,1	118	9,1
116	29,2	119	9,2
118	29,3	120	9,3
119	29,4	122	9,4
120	29,5	123	9,5
121	29,6	124	9,6
123	29,7	126	9,7
124	29,8	127	9,8
125	29,9	128	9,9
126	30	129	10
128	30,1	131	10,1
129	30,2	132	10,2
130	30,3	133	10,3
132	30,4	135	10,4
133	30,5	136	10,5
134	30,6	137	10,6
136	30,7	139	10,7
137	30,8	140	10,8
138	30,9	141	10,9
139	31	142	11
140	31,1	144	11,1
142	31,2	145	11,2
143	31,3	146	11,3
144	31,4	148	11,4
145	31,5	149	11,5
147	31,6	150	11,6
148	31,7	151	11,7
149	31,8	153	11,8
150	31,9	154	11,9
152	32	155	12
153	32,1	157	12,1
154	32,2	158	12,2

Code	Température	Code	Humidité
155	32,3	159	12,3
157	32,4	160	12,4
158	32,5	162	12,5
159	32,6	163	12,6
161	32,7	164	12,7
162	32,8	166	12,8
163	32,9	167	12,9
164	33	168	13
166	33,1	169	13,1
167	33,2	171	13,2
168	33,3	172	13,3
169	33,4	173	13,4
171	33,5	175	13,5
172	33,6	176	13,6
173	33,7	177	13,7
174	33,8	179	13,8
176	33,9	180	13,9
177	34	181	14
178	34,1	182	14,1
179	34,2	184	14,2
181	34,3	185	14,3
182	34,4	186	14,4
183	34,5	188	14,5
184	34,6	189	14,6
186	34,7	190	14,7
187	34,8	191	14,8
188	34,9	193	14,9
189	35	194	15
191	35,1	195	15,1
192	35,2	197	15,2
193	35,3	198	15,3
195	35,4	199	15,4
196	35,5	200	15,5
197	35,6	202	15,6
198	35,7	203	15,7
200	35,8	204	15,8
201	35,9	206	15,9
202	36	207	16
203	36,1	208	16,1
205	36,2	209	16,2
206	36,3	211	16,3
207	36,4	212	16,4
208	36,5	213	16,5
210	36,6	215	16,6

Code	Température	Code	Humidité
211	36,7	216	16,7
212	36,8	217	16,8
213	36,9	219	16,9
215	37	220	17
216	37,1	221	17,1
217	37,2	222	17,2
218	37,3	224	17,3
220	37,4	225	17,4
221	37,5	226	17,5
222	37,6	228	17,6
224	37,7	229	17,7
225	37,8	230	17,8
226	37,9	231	17,9
227	38	233	18
229	38,1	234	18,1
230	38,2	235	18,2
231	38,3	237	18,3
232	38,4	238	18,4
234	38,5	239	18,5
235	38,6	240	18,6
236	38,7	242	18,7
237	38,8	243	18,8
239	38,9	244	18,9
240	39	246	19
241	39,1	247	19,1
242	39,2	248	19,2
244	39,3	249	19,3
245	39,4	251	19,4
246	39,5	252	19,5
247	39,6	253	19,6
249	39,7	255	19,7
250	39,8		
251	39,9		
252	40		

Tableau 3 Tableau de comparaison des codes capteur et les grandeurs mesurées [6].

Début de protocole	Intervalle de température	Code de température	Température affichée sur le capteur
162	X2	Y2	Température calculé
a2	02	00/01	20.0
a2	02	02	20.1
a2	02	03	20.2
a2	02	04/05	20.3
a2	02	06	20.4
a2	02	07	20.5
a2	02	08	20.6
a2	02	09/0A	20.7
a2	02	0B	20.8
a2	02	0C	20.9
a2	02	0D	21.0
a2	02	0E/0F	21.1
a2	02	10	21.2
a2	02	11	21.3
a2	02	12	21.4
a2	02	13/14	21.5

Tableau 4 les trois trams de température [6].

<i>Humidité (20.0%RH 20.9%RH)</i>			
<i>Début de protocole</i>	<i>Intervalle d'humidité</i>	<i>Code d'humidité « hexa »</i>	<i>Humidité affiché sur le capteur</i>
161	X1	Y1	Humidité affiché sur le capteur
a1	01	02	20.0
a1	01	03	20.0
a1	01	04	20.1
a1	01	05	20.2
a1	01	06	20.3
a1	01	07	20.3
a1	01	08	20.4
a1	01	09	20.5
a1	01	0A	20.6
a1	01	0B	20.6
a1	01	0C	20.7
a1	01	0D	20.8
a1	01	0E	20.9

Tableau 3 les trois trams de l'humidité [6].

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:10	09/09/2018	27,307560	22,866340	27,307560	22,866340
11:10	09/09/2018	27,228130	20,754300	27,307560	22,338330
11:10	09/09/2018	27,228130	18,178630	27,228130	20,754300
11:10	09/09/2018	27,228130	16,896320	27,228130	18,178630
11:10	09/09/2018	27,307560	17,273470	27,228130	17,273470
11:10	09/09/2018	27,307560	18,404920	27,307560	17,801480
11:10	09/09/2018	27,307560	18,857500	27,307560	18,404920
11:10	09/09/2018	27,307560	19,159220	27,307560	19,159220
11:10	09/09/2018	27,307560	21,282310	27,307560	20,377150
11:10	09/09/2018	27,307560	21,357740	27,307560	21,282310
11:10	09/09/2018	27,307560	20,377150	27,228130	20,377150
11:10	09/09/2018	27,307560	17,499760	27,307560	19,083790
11:10	09/09/2018	27,307560	15,387720	27,307560	17,499760
11:10	09/09/2018	27,307560	16,519170	27,307560	16,519170
11:11	09/09/2018	27,307560	21,206880	27,307560	19,234650
11:11	09/09/2018	27,307560	21,734890	27,307560	21,206880
11:11	09/09/2018	27,307560	21,584030	27,307560	21,584030
11:11	09/09/2018	27,307560	20,905160	27,307560	21,056020
11:11	09/09/2018	27,307560	20,226290	27,307560	20,905160
11:11	09/09/2018	27,307560	17,047180	27,307560	17,047180
11:11	09/09/2018	27,307560	14,557990	27,307560	15,010570
11:11	09/09/2018	27,307560	14,708850	27,307560	14,557990
11:11	09/09/2018	27,307560	15,387720	27,307560	15,387720
11:11	09/09/2018	27,307560	14,633420	27,307560	14,935140
11:11	09/09/2018	27,307560	13,351110	27,307560	14,633420
11:11	09/09/2018	27,307560	13,652830	27,307560	13,652830

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:11	09/09/2018	27,307560	14,784280	27,307560	14,859710
11:11	09/09/2018	27,307560	13,803690	27,307560	14,784280
11:11	09/09/2018	27,307560	12,898530	27,307560	12,898530
11:11	09/09/2018	27,307560	12,823100	27,307560	12,672240
11:11	09/09/2018	27,307560	13,124820	27,307560	12,823100
11:11	09/09/2018	27,307560	13,351110	27,307560	13,351110
11:11	09/09/2018	27,307560	14,331700	27,307560	13,803690
11:11	09/09/2018	27,307560	14,407130	27,307560	14,331700
11:12	09/09/2018	27,307560	14,633420	27,307560	14,633420
11:12	09/09/2018	27,307560	16,368310	27,307560	15,312290
11:12	09/09/2018	27,307560	17,122610	27,307560	16,368310
11:12	09/09/2018	27,307560	17,273470	27,307560	17,273470
11:12	09/09/2018	27,307560	16,292880	27,307560	16,670030
11:12	09/09/2018	27,307560	15,840300	27,307560	16,292880
11:12	09/09/2018	27,307560	14,859710	27,307560	14,859710
11:12	09/09/2018	27,307560	14,407130	27,307560	14,105410
11:12	09/09/2018	27,307560	13,426540	27,307560	14,407130
11:12	09/09/2018	27,307560	10,711060	27,307560	10,711060
11:12	09/09/2018	27,307560	6,260690	27,307560	8,599020
11:12	09/09/2018	27,307560	5,883540	27,307560	6,260690
11:12	09/09/2018	27,307560	5,506390	27,307560	5,506390
11:12	09/09/2018	27,307560	7,241280	27,307560	6,411550
11:12	09/09/2018	27,307560	8,297300	27,307560	7,241280
11:12	09/09/2018	27,307560	9,277890	27,307560	9,277890
11:12	09/09/2018	27,307560	10,484770	27,307560	10,032190
11:12	09/09/2018	27,307560	10,937350	27,307560	10,484770

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:12	09/09/2018	27,307560	11,389930	27,307560	11,389930
11:12	09/09/2018	27,307560	11,691650	27,307560	11,842510
11:13	09/09/2018	27,307560	11,616220	27,307560	11,691650
11:13	09/09/2018	27,307560	11,767080	27,307560	11,767080
11:13	09/09/2018	27,307560	11,917940	27,307560	11,917940
11:13	09/09/2018	27,307560	11,691650	27,307560	11,917940
11:13	09/09/2018	27,307560	12,370520	27,307560	12,370520
11:13	09/09/2018	27,307560	12,747670	27,307560	12,672240
11:13	09/09/2018	27,307560	13,275680	27,307560	12,747670
11:13	09/09/2018	27,307560	14,029980	27,307560	14,029980
11:13	09/09/2018	27,307560	14,256270	27,307560	14,256270
11:13	09/09/2018	27,307560	14,331700	27,307560	14,256270
11:13	09/09/2018	27,307560	14,557990	27,307560	14,557990
11:13	09/09/2018	27,307560	11,842510	27,307560	13,200250
11:13	09/09/2018	27,307560	11,389930	27,307560	11,842510
11:13	09/09/2018	27,307560	9,805900	27,307560	9,805900
11:13	09/09/2018	27,307560	8,599020	27,307560	8,900740
11:13	09/09/2018	27,307560	7,165850	27,307560	8,599020
11:13	09/09/2018	27,307560	6,864130	27,307560	6,864130
11:13	09/09/2018	27,307560	7,241280	27,307560	6,864130
11:13	09/09/2018	27,386990	7,618430	27,386990	7,241280
11:13	09/09/2018	27,386990	7,844720	27,307560	7,844720
11:14	09/09/2018	27,386990	9,730470	27,386990	8,674450
11:14	09/09/2018	27,386990	11,767080	27,386990	9,730470
11:14	09/09/2018	27,386990	12,144230	27,386990	12,144230
11:14	09/09/2018	27,386990	10,484770	27,386990	11,465360

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:14	09/09/2018	27,386990	9,579610	27,386990	10,484770
11:14	09/09/2018	27,386990	9,202460	27,386990	9,202460
11:14	09/09/2018	27,386990	8,599020	27,386990	9,051600
11:14	09/09/2018	27,386990	9,127030	27,386990	8,599020
11:14	09/09/2018	27,386990	10,409340	27,386990	10,409340
11:14	09/09/2018	27,386990	11,465360	27,386990	11,314500
11:14	09/09/2018	27,386990	11,389930	27,386990	11,465360
11:14	09/09/2018	27,386990	10,861920	27,386990	10,861920
11:14	09/09/2018	27,386990	11,465360	27,386990	10,861920
11:14	09/09/2018	27,386990	12,596810	27,386990	11,465360
11:14	09/09/2018	27,386990	12,973960	27,386990	12,973960
11:14	09/09/2018	27,386990	13,652830	27,386990	13,275680
11:14	09/09/2018	27,386990	13,954550	27,386990	13,652830
11:14	09/09/2018	27,386990	13,954550	27,386990	13,954550
11:14	09/09/2018	27,386990	14,256270	27,386990	14,105410
11:14	09/09/2018	27,386990	15,010570	27,386990	14,256270
11:15	09/09/2018	27,386990	15,312290	27,386990	15,312290
11:15	09/09/2018	27,386990	15,161430	27,386990	15,312290
11:15	09/09/2018	27,386990	14,935140	27,386990	15,161430
11:15	09/09/2018	27,386990	14,859710	27,386990	14,859710
11:15	09/09/2018	27,386990	14,180840	27,386990	14,708850
11:15	09/09/2018	27,386990	13,879120	27,386990	14,180840
11:15	09/09/2018	27,386990	12,973960	27,386990	12,973960
11:15	09/09/2018	27,386990	10,711060	27,386990	12,144230
11:15	09/09/2018	27,386990	9,353320	27,386990	10,711060
11:15	09/09/2018	27,466420	7,693860	27,386990	7,693860

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:15	09/09/2018	27,386990	6,109830	27,466420	6,637840
11:15	09/09/2018	27,386990	6,486980	27,386990	6,109830
11:15	09/09/2018	27,466420	7,618430	27,386990	7,618430
11:15	09/09/2018	27,466420	6,939560	27,466420	7,844720
11:15	09/09/2018	27,466420	6,034400	27,466420	6,939560
11:15	09/09/2018	27,466420	5,732680	27,466420	5,732680
11:15	09/09/2018	27,466420	6,034400	27,466420	5,732680
11:15	09/09/2018	27,386990	6,260690	27,386990	6,034400
11:15	09/09/2018	27,466420	6,788700	27,466420	6,788700
11:15	09/09/2018	27,466420	6,788700	27,466420	6,486980
11:16	09/09/2018	27,466420	7,090420	27,466420	6,788700
11:16	09/09/2018	27,466420	7,844720	27,466420	7,844720
11:16	09/09/2018	27,466420	9,051600	27,466420	8,674450
11:16	09/09/2018	27,466420	9,428750	27,466420	9,051600
11:16	09/09/2018	27,466420	9,655040	27,466420	9,655040
11:16	09/09/2018	27,466420	10,409340	27,466420	10,032190
11:16	09/09/2018	27,466420	11,616220	27,466420	10,409340
11:16	09/09/2018	27,466420	12,144230	27,466420	12,144230
11:16	09/09/2018	27,466420	12,370520	27,466420	12,445950
11:16	09/09/2018	3220,158860	12,219660	27,466420	12,370520
11:16	09/09/2018	27,466420	11,917940	27,466420	11,917940
11:16	09/09/2018	27,466420	11,314500	27,466420	11,540790
11:16	09/09/2018	27,466420	10,937350	27,466420	11,314500
11:16	09/09/2018	27,466420	10,258480	27,466420	10,258480
11:16	09/09/2018	27,466420	9,956760	27,466420	10,107620
11:16	09/09/2018	27,466420	9,956760	27,466420	9,956760

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:16	09/09/2018	27,466420	10,107620	27,466420	10,107620
11:16	09/09/2018	27,466420	10,484770	27,466420	10,333910
11:16	09/09/2018	27,466420	10,560200	27,466420	10,484770
11:16	09/09/2018	27,466420	10,560200	27,466420	10,560200
11:17	09/09/2018	27,466420	10,258480	27,466420	10,484770
11:17	09/09/2018	27,466420	11,389930	27,466420	10,258480
11:17	09/09/2018	27,466420	12,445950	27,466420	12,445950
11:17	09/09/2018	27,466420	11,842510	27,466420	12,068800
11:17	09/09/2018	27,466420	11,616220	27,466420	11,842510
11:17	09/09/2018	27,466420	11,616220	27,466420	11,616220
11:17	09/09/2018	27,466420	11,767080	27,466420	11,540790
11:17	09/09/2018	27,466420	11,842510	27,466420	11,767080
11:17	09/09/2018	27,466420	12,144230	27,466420	12,144230
11:17	09/09/2018	27,466420	12,823100	27,466420	12,445950
11:17	09/09/2018	27,466420	13,200250	27,466420	12,823100
11:17	09/09/2018	27,466420	13,275680	27,466420	13,275680
11:17	09/09/2018	27,466420	12,973960	27,466420	13,049390
11:17	09/09/2018	27,466420	12,973960	27,466420	12,973960
11:17	09/09/2018	27,466420	12,898530	27,466420	12,898530
11:17	09/09/2018	27,466420	12,973960	27,466420	12,973960
11:17	09/09/2018	27,466420	13,049390	27,466420	12,973960
11:17	09/09/2018	27,466420	13,124820	27,466420	13,124820
11:17	09/09/2018	27,466420	13,351110	27,466420	13,351110
11:17	09/09/2018	27,466420	13,351110	27,466420	13,351110
11:18	09/09/2018	27,466420	13,577400	27,466420	13,577400
11:18	09/09/2018	27,466420	13,200250	27,466420	13,577400

Temps	La date	Température 1	Humidité 1	Température 2	Humidité 2
11:18	09/09/2018	27,466420	12,898530	27,466420	13,200250
11:18	09/09/2018	27,466420	12,672240	27,466420	12,672240
11:18	09/09/2018	27,466420	12,823100	27,466420	12,596810

Tableau 4 classification des informations (les grandeurs physique, temps et la date).

Bibliographie

[1] : Christian BISSIERES, TS IRIS (Physique Appliquée) , <http://cbissprof.free.fr>.

[2] : Jean-Pierre, Capteurs et instrumentation utilisés en océanographie physique,
GIRARDOT LABORATOIRE DE PHYSIQUE DES OCEANS, 6 avenue Le Gorgeu – 29285
BREST CEDEX girardot@univ-brest.fr

[3] : Georges Asch, Les capteurs en instrumentation industrielle, éd. Dunod ,4e édition
1991.

(Généralités sur les BUS de terrains),2017/2018.

[4] : http://cours.bts-electrotechnique.fr/s2-Automatismes-industriels/s26-Reseaux-communications/Docs-externes/ft-liaisons_serie.pdf.

[5] : Omar-Nedjmi, cours Réseaux de communication Industriels, Chapitre1

[6] : A Allam, A Baghradji, M Afiane, Décryptage Du Protocole De Communication D'un
Capteur Embarqué, 2010.

[7] : National Instruments, Corporation ix Initiation à LabVIEW, Août 2006.