

MA-004-320-2

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA  
FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention

D'un diplôme de master en informatique.

Option : Génie système informatique

### THÈME :

---

**Système de surveillance et de détection d'anomalies  
appliqué au service de Radiothérapie**

---

**Promoteur :**

Mme M.Arkam

**Encadreur :**

Dr A.ALLALM

**Co-encadreur :**

Mr.BAGHRADJI

**Réalisé par :**

BOUALBANI Karima  
ZERROUKI Karima

Soutenu le : 23 /06/2016, devant le jury composé de :

M.HOUMOU DA

M. BEN YAHIA

Président

Examineur

2015/2016

## Remerciement

*On tient à remercier Dieu tout puissant de nous avoir permis de mener à bien notre mission.*

*On remercie également notre encadreur Mr. ALLAM Abd elkrim pour l'orientation, la confiance et la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené à bon escient.*

*Nos remerciements s'étendent également aussi à Mr. BEGHRADJI Karim & Mr. ZEMOURI El-Tahir pour leur aide et ses encouragements.*

*Nos remerciements s'tendent également à notre promotrice Mme. ARKAM Malek, pour ses bonnes explications qui nous ont éclairé le chemin de la recherche et sa collaboration avec nous dans l'accomplissement de ce modeste travail.*

*Nous tenons un grand et un spécial remerciement pour les gens d'CDTA pour leur sympathie, leur aide et ses encouragements.*

*Nous remercions le membre de jury pour nous avoir fait l'honneur de juger notre travail.*

*Nous tenons à remercier également et énormément nos amis ainsi toute personne qui nous a aidés de près ou de loin.*

*Merci.*

*Mlle Karima & Karima*



## *Dédicace*

*C'est avec un immense plaisir que Je dédie cet humble travail  
A mes chers parents qui sont toutes ma vie et tout ce que j'ai de plus  
cher au monde, en témoignage de ma reconnaissance infinie pour ses  
nombreux sacrifices.*

*Que Dieu les gardes et leur procure la santé et le bonheur.  
Ainsi qu'à mon frère Mohamed Amine pour son aide et  
Son courage.*

*A mes proches et adorables amies: Soumia, Meriem et Khadidja qui  
ont souvent trouvé les mots nécessaires pour me donner le courage  
d'accomplir ce travail ainsi leur bonne humeur.*

*A mes adorables amis : Sami, Yanis et Amine pour sont courage et  
aide ainsi leur bonne humeur.*

*A mon binôme et mon adorable sœur Karima pour sa patience et son  
aide.*

*A tous ceux qui sont proches de mon cœur et dont je n'ai pas cité le  
nom.*

*ZERROUKI Karima*

## *Dédicace*

*A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère.*

*A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager.*

*A mes adorables frères : Mohamed Elsedik, Dirar , Akram et Dyaa elhak.*

*A mes sœurs : Hana et Hafsa pour son aide et mon petit amour Sondos.*

*A mon adorable sœur : Soumia qui a souvent trouvé les mots nécessaires pour me donner le courage d'accomplir ce travail ainsi leur bonne humeur.*

*A mon binôme Karima qui a su trouver les mots nécessaires pour me donner le courage d'accomplir ce travail.*

*A tous mes amis pour leur bonne humeur.*

*Je dédie ce modeste travail*

*BOUALBANI Karima*



## Table des matières

### Introduction générale

1. Introduction .....	2
2. Contexte du mémoire .....	2
3. Présentation du sujet.....	4
3.1 Problématique.....	4
3.2 Objectifs .....	5
4. Organisation du mémoire .....	5

### Chapitre 1 : Surveillance des salles de la Radiothérapie

1.1. Introduction .....	8
1.2. Le service de la radiothérapie.....	9
1.2.1 Définition de la radiothérapie.....	9
1.2.2 Le déroulement de la radiothérapie .....	9
1.3. Quelques Accidents signalés au niveau mondial dans la radiothérapie .....	17
1.4. Systèmes de surveillance médicale .....	19
1.4.1. La surveillance médicale .....	19
1.4.2. La détection d'anomalies.....	19
1.5. Quelques systèmes de détection d'anomalies dans la chaîne médicale.....	20
1.5.1. Les caméras de surveillances.....	20
1.5.2 Les réseaux de capteurs.....	22
1.6.Conclusion .....	25

### Chapitre 2 : Les systèmes experts

2.1. Introduction .....	27
2.2. Définition d'un système expert .....	27
2.3. L'architecture d'un système expert .....	29
2.4. Les différents types des systèmes experts .....	29

2.5.	Le rôle des systèmes experts dans la surveillance médical .....	30
2.5.1.	La surveillance de patients hospitalise .....	31
2.5.2.	La surveillance des équipements utilisés par les patients.....	31
2.6.	Quelques domaines d'applications .....	31
2.7.	Les avantages et inconvénients des Systèmes Experts.....	33
2.7.1.	Les avantages .....	33
2.7.2.	Les inconvénients .....	33
2.8.	Quelques realisation des systèmes experts dans la detection d'anomalie dans le domaine mediale .....	35
2.9.	Quelques langages de programmation pour les systèmes experts.....	35
2.9.1.	Visual Prolog.....	29
2.9.2.	Traditionnelle et Visual Prolog .....	29
2.10.	Les limites actuelles des systèmes experts .....	38
2.11.	Conclusion .....	38

### **Chapitre 3 : Conception architecturale**

3.1.	Introduction .....	41
3.2.	L'architecture du réseau de capteurs de notre plateforme.....	41
3.2.1.	Modélisation et réalisation de réseau de capteurs et sa connexion au PC au mode terminal .....	41
3.2.2.	Acquisition des informations de données des capteurs en réseau .....	45
3.2.3.	L'architecture des capteurs filaires utilisés .....	46
3.2.4.	Décryptage des informations des capteurs MS6503 en temps réel par LABVIEW à l'aide des réseaux neurones.....	48
3.3.1.	L'architecture de la solution proposée « Solution électronique vs. Solution logicielle »	51
3.4.	Description du système expert .....	54
3.4.1.	La solution proposée sur le système expert.....	55
3.4.2.	La base de règles (ces règles ont été fournies par A.ALLAM) .....	49
3.4.3.	Le calcul des probabilités pour l'anomalie A.....	58
3.4.4.	Résultat finale du système expert.....	59
3.5.	Conclusion.....	62



## Chapitre 4 : Réalisation, Test et Validation

4.1.	Introduction .....	65
4.2.	Outils de développement utilisés.....	66
4.2.1.	Labview .....	66
4.2.2.	Le Toolkit Labview Database Connectivity.....	59
4.2.3.	Serveur web .....	68
4.2.4.	WampServer .....	68
4.2.5.	Matlab.....	68
4.2.6.	NetBeans .....	68
4.2.7.	Le capteur de température et d'humidité.....	69
4.3.	La mise en place de la plateforme de contrôle .....	69
4.3.1.	L'implémentation électronique vs. L'implémentation logicielle .....	69
4.4.	La mise en place du système expert .....	72
4.4.1.	Test de calculs .....	72
4.5.	Les interfaces de l'application.....	74
4.5.1.	Interface menu principale.....	75
4.5.2.	Interface d'Anomalie type « A ».....	75
4.5.3.	Interface d'Anomalie type « B » .....	68
4.5.4.	Interface de Décision.....	69
4.6.	Conclusion.....	69

## Conclusion générale

## Références

## Listes des Figures

Figure 1: Camera IP .....	21
Figure 2: Les composants du système expert [4] .....	29
Figure 3: Exemple de PC utilisé relié avec un capteur filaire de température et l'humidité avec le port série RS232 .....	36
Figure 4: L'architecture de notre réseau.....	37
Figure 5: Elément de base d'un système d'acquisition de données .....	38
Figure 6: L'architecture du capteur filaire MS 232 [21]. .....	39
Figure 7: Le décryptage des données reçues par le port RS232 par réseaux neuronaux.....	49
Figure 8: L'enregistrement, la visualisation et la récupération des données à partir du MYSQL et LabVIEW .....	51
Figure 9: L'architecture de déroulement de la plateforme de contrôle .....	46
Figure 10: Introduire le système expert dans la plateforme médicale.....	47
Figure 11: Organigramme général de la solution proposée.....	49
Figure 12: Le cycle du résultat final du système expert.....	60
Figure 13: Le cycle de développement de la plateforme jusqu'à la fin du resultat transmit.....	62
Figure 14: La mise en place de la plateforme de détection d'anomalies dans le service radiothérapie CPMC.....	63
Figure 15: Test de calcules des probabilités des anomalies .....	65
Figure 16: Représentation graphique de test de probabilité en 3D.....	66
Figure 17: La page principale (page d'accueil).....	67
Figure 18: Anomalie type « A » .....	68
Figure 19: Anomalie type « B » .....	68
Figure 20: Décision .....	69



## Listes des Tables

Tableau 1.1: Quelques accidents signalés au niveau mondiale dans la radiotherapie [7] .....	21
Tableau 1.2: Comparaison de differents types de cameras [18].....	15
Tableau 1.3: Comparaison de differents types de capteurs .....	17
Tableau 2.1: Quelques système expert medicale [25]. .....	27
Tableau 3.1: Presente les noms des pieces avec leur role.....	40



## **Introduction générale**



### 1. Introduction

Le cancer est un problème de santé publique mondial énorme et croissant, les préoccupations de traitement du cancer sont une priorité.

Par ailleurs, le traitement du cancer dans les services de la radiothérapie nécessite beaucoup d'attention et de rigueur. Beaucoup de gens sont impliqués (médecins, techniciens, physiciens et manipulateurs) de prendre soin et de traiter les patients en utilisant des machines complexes, comme les accélérateurs linéaires. Alors, il est difficile de contrôler toutes ces personnes et de vérifier quotidiennement la qualité de ces appareils [10].

Dans les salles de traitements, la collecte de données en temps réel est importante et semble obligatoire, permettant la connaissance des différents indicateurs, tels que la mesure de la température des machines et l'humidité dans la salle, afin d'améliorer la durée de fonctionnement et rendement des machines et par conséquent le nombre de patients traités. Ceci assurera un meilleur suivi de fonctionnement et un confort de travail pour l'utilisateur.

Les procédures actuelles au niveau mondial sont insuffisantes pour assurer une bonne qualité de traitement en radiothérapie ainsi que les accidents qui surviennent régulièrement [1], qui pourrait tuer des personnes ou les handicaper en leur donnant des doses de radiothérapie supérieure ou inférieure (x faisceau de rayons) à la dose prescrite.

Ce travail contribue à accroître la qualité et de la santé pour le traitement du cancer dans le service de la radiothérapie.

### 2. Contexte du mémoire

Ces derniers temps, les différents équipements médicaux intègrent de plus en plus des modules (logiciels ou matériels) informatiques contrôlant leur fonctionnement.

Les systèmes chargés de la surveillance des patients doivent interpréter rapidement un flot de données important et sont ainsi soumis à une surcharge cognitive de plus en plus forte [1]. Ces systèmes de surveillance doivent plus ou moins réaliser des objectifs suivants :

- La facilité de collecte de données provenant des différents capteurs filaires en temps réel.
- La détection d'anomalies qui survient sur le système (de température et d'humidité) à l'aide d'un système d'alerte (fonction de détection d'anomalies) en temps réel.

- Fournir une aide à la décision en proposant un traitement pour le problème rencontré (fonction de localisation de l'anomalie et d'identification).

Le travail présenté dans ce mémoire, a été mené dans le cadre du projet d'ordre socio économique et technologique entre dans le cadre du projet global « Détection des anomalies dans une chaîne de traitement médicale » du CDTA\* avec la coopération scientifique et technique des services de radiothérapie du CPMC de l'Hôpital Mustapha Bacha, Centre Pierre et Marie Curie (CPMC), Alger. Ce projet est divisé en trois principales parties à savoir :

- La Modélisation d'une plateforme médicale CMPC (client/serveur), qui est en charge d'enrichir l'existant applicatif de la radiothérapie déployé au sein de ce service (gestion des patients, système de planning de traitement appelé TPS).
- La Modélisation d'une plateforme de contrôle du service radiothérapie qui fait la détection des anomalies par des capteurs filaires en temps réel dans des salles de traitement en collaboration avec le **Toolkit Data Base Connectivity** et l'application médicale CMPC, en utilisant les systèmes experts.
- Et La mise en œuvre d'un **Toolkit** avec une Palette de fonctions et une palette avancée spéciale à cette plateforme et à l'application médicale CMPC.

Les trois parties du projet devront travailler avec une base de données commune appelée **CPMC**, et qui est déjà créée par les membres du projet.

Notre travail se situe dans la deuxième partie du projet. L'objectif scientifique pour arriver au but recherché est la collecte de données sur les différents indicateurs ; la mesure de la température et l'humidité dans la salle de traitement en temps réel, ainsi que le stockage et le traitement sur ces données en temps réel avec un raisonnement intelligent, à fin d'augmenter les soins médicaux et aboutir un meilleur traitement médicale dans le service de la radiothérapie.

Ceci assurera un meilleur suivi de fonctionnement et confort de travail pour l'utilisateur.

---

\* Participants du projet du CDTA : Directeur du projet : *Dr.Allam Abdelkrim, Baghradji Abdelkrim* (membre de projet), et *Zemouri Tahir* (membre de projet).



### 3. Présentation du sujet

La modélisation d'une plateforme de la surveillance et de la détection d'anomalies dans un service de Radiothérapie doté d'un système expert, permet d'aider à l'aboutissement à un bon déroulement de la séance de traitement pour un meilleur soin médical et à la prise de décision rapide et efficace en cas d'anomalies.

Elle permettra de faire la collecte de données en temps réel sur la température, l'humidité des salles de traitement d'un service de radiothérapie, ainsi que le stockage dans la base de données et le traitement sur ces dernières en temps réel ; ici vient le rôle du système expert qui décidera si sur l'intervention humaine si elle est nécessaire ou non, et de laquelle à l'aide des calculs de probabilités et des règles prédéfinies.

Dans le but de répondre à ces objectifs, notre projet s'articule sur le développement d'une plateforme équipée d'un système expert, qui consistera à détecter les différents signaux ou indicateurs sensibles tel que la température et l'humidité dans les salles de traitement d'un service radiothérapie réel, ainsi que le traitement de ces données collectées en utilisant le réseau de capteurs connectés entre eux par une liaison série filaire one-wire en temps réel.

Nous proposons de mettre en place ce système de surveillance des salles de radiothérapie et de détection d'anomalies par un système expert liée à des capteurs filaires.

#### 3.1 Problématique

Vu le nombre de patients venus de plusieurs régions de l'Algérie, et qui fréquentent le service de radiothérapie du CPMC d'Alger, la gestion de ce service devient de plus en plus complexe avec un processus de traitement très perturbé, ce qui a engendré une qualité de service rendue moyennement appréciée vu la taille des risques des accidents qui peuvent intervenir régulièrement.

Le service de radiothérapie effectue aujourd'hui plus de 1100 traitements et enregistre chaque jour plus de 150 venues [8].

Le personnel médical (technicien, médecins, physicien, etc.) du service de radiothérapie du « Centre Pierre et Marie Curie » (CPMC) est composé de :

- 50 personnes du service.
- 200 patients sont traités par jour.
- 200 malades sont auscultés par jour.

Au total 400 personnes viennent quotidiennement au CPMC [8].

Face à cette situation, un contrôle et de surveillance de ces salles médicales est prévu au niveau de la plateforme contrôle médical dont on a été chargé de développer au cours de notre stage de fin d'étude, bien-sur et qui sera dotée d'un bon système expert afin d'accomplir un meilleur contrôle.

Notre problématique scientifique est de trouver une procédure fiable permettant d'avoir une assurance qualité en traitement de radiothérapie.

### 3.2 Objectifs

Le contrôle et la surveillance des services médicaux à forte utilisations d'équipements lourds (les accélérateurs linéaires) comme la radiothérapie sont nécessaires et primordiaux.

L'avantage de cette plateforme consiste à avoir une traçabilité sur l'état des équipements médicaux et des salles de traitement du service de radiothérapie pendant toute la chaîne de traitement d'un patient. Cela permettra d'éviter des accidents aux patients (traitement par radiothérapie non conforme).

## 4. Organisation du mémoire

Ce mémoire est composé d'une introduction générale suivie de quatre chapitres.

- Le premier chapitre, porte sur la surveillance des salles de traitement dans le service de la radiothérapie ainsi que les accidents qui peuvent intervenir dans le domaine médical, ceci nous permettra de cerner l'ensemble d'outils adéquats à notre problématique.
- Le deuxième chapitre porte sur les systèmes experts. Nous verrons, dans un premier temps, une brève présentation sur les systèmes experts tels que leurs avantages dans le traitement médical.
- Le troisième chapitre est essentiellement dédié à la conception architecturale de notre plateforme dans un service de traitement de la radiothérapie ainsi que le système expert qui enrichie la plateforme médicale.



- Le quatrième chapitre concerne la réalisation et la mise en place de la plateforme de contrôle pour le service de la radiothérapie, ainsi que l'implémentation du système expert et son rôle dans la détection et le traitement d'anomalies.
- Enfin, une conclusion générale et des perspectives qui viendra clôturer ce mémoire

**Chapitre 1 : Surveillances des salles de la  
Radiothérapie**

## 1.1.Introduction

Les soins de santé constituent un élément essentiel de la vie humaine. Chacun de nous a besoin d'un suivi périodique des paramètres vitaux et traitements adéquats sur la base de ses données médicaux et son état de santé. Ces processus deviennent encore plus vitaux quand les gens atteignent un certain âge et ne sont pas en mesure de suivre leur état de santé correctement sans un personnel médical spécial ou des équipements sophistiqués pour la surveillance. Plus une personne vieillit, plus large sera l'éventail des maladies possibles qu'il faut surveiller de près. Les situations d'urgence imprévues peuvent se produire à tout moment [7].

De nos jours, différents dispositifs et systèmes de surveillance dans les salles de traitements de différents services médicaux ; la radiothérapie dans notre cas, ont été proposés et mis en place [8] [9] [7]. Ils possèdent un certain nombre de capacités diverses pour la détection d'anomalies et peut aider le personnel de l'hôpital pour faire le traitement sur ces anomalies détectées.

Toutefois, les paramètres de santé de base dans les salles de traitement, sont surveillés et mesurés par des intervalles discrets. Cette approche commune peut parfois conduire à la perte de données (par exemple pendant la nuit). Par conséquent, un intérêt particulier doit être porté sur les techniques de surveillance continue. Ce type de surveillance doit être capable de fournir une information fiable et de façon continue en temps réel, et permettre d'enregistrer les situations d'urgence (les anomalies) et réagir de manière appropriée à tout changement important dans les conditions de salle de traitement (température, humidité,...etc.) en temps réel [5].

Le but est donc, de créer un système de surveillance continue et efficace qui fait la collecte de données dans les salles de traitement, l'analyse de ces données et la prise de décision.

## 1.2. Le service de la radiothérapie

Au cours des 20 dernières années, la radiothérapie est devenue une majeure de traitement des cancers. Elle a connu un essor considérable grâce à d'importants progrès techniques [14].

On estime qu'environ 60% des patients atteints d'un cancer ont besoin, à un moment ou l'autre de leur maladie, d'une radiothérapie [14].

### 1.2.1 Définition de la radiothérapie

La radiothérapie est une méthode de traitement des cancers, utilisant des radiations pour détruire les cellules cancéreuses tout en épargnant les tissus sans périphériques. La radiothérapie externe est aujourd'hui incontournable en cancérologie puisqu'elle est programmée dans deux tiers des schémas thérapeutiques soit seule soit associée à la chirurgie et/ou à la chimiothérapie [8].

Les protocoles de radiothérapie sont définis principalement en fonction du type de tumeur, de sa localisation, de sa taille, de son extension et de son grade. Ainsi, la dose totale ne suffit pas pour définir un traitement par irradiation, mais il faut également prendre en compte la dose par fraction, le nombre total de fractions (ou de séances) et le nombre de fractions par jour ou par semaine [9].

La radiothérapie doit respecter le principe de justification et d'optimisation. La justification de la décision d'irradier repose sur la mise en parallèle des avantages de la radiothérapie avec ses inconvénients, en se fondant sur les connaissances médicales avérées [8].

L'optimisation en radiothérapie se définit comme l'ensemble des procédures, qui, au cas par cas, permettent d'obtenir le meilleur rapport bénéfice/risque, c'est-à-dire permettent de délivrer dans un temps adapté une dose optimale à la tumeur et la dose la plus faible possible dans les tissus sains et les organes à risque proches de la tumeur [7].

### 1.2.2 Le déroulement de la radiothérapie

Le déroulement d'une radiothérapie repose sur un travail de l'équipe entre des manipulateurs, physiciens, dosimetristes...etc. Alors avant le traitement proprement dit, une radiothérapie comporte une étape de repérage une zone à traiter (simulation) et une étape de calcul de distribution de la dose [8].



C'est pourquoi il existe toujours un temps d'attente entre la prise de décision de la radiothérapie et le début effective du traitement. Voici les notions fondamentales de la radiothérapie :

- **Le traitement** : Le traitement dure en moyenne 2 à 3 semaines, à raison d'une séance par jour, 5 jours par semaine [9].
- **La salle de traitement** : La salle dans laquelle se déroule le traitement doit respecter les normes de protection contre les rayonnements ionisants. Le patient, pendant la séance de traitement, est tout seul, mais il reste en lien continu avec les manipulateurs : en cas de besoin, il peut communiquer avec eux par le biais d'un interphone, aussi il est surveillé par une caméra vidéo. La salle de traitement doit rester toujours éclairée pendant la séance. Elle est aussi, équipée avec des capteurs pour la détection de la température et l'humidité et si nécessaire, le traitement peut être immédiatement interrompu. Le temps de présence dans la salle de traitement est généralement de quinze minutes environ. L'appareil tourne autour du malade sans jamais le toucher (ces machines sont dangereuses et très complexes) [9].
- **La dosimétrie** : l'étape de dosimétrie consiste à déterminer, par une étude informatisée, la distribution de la dose de rayons à appliquer d'une façon à traiter au mieux les ganglions lymphatiques tout en épargnant les tissus sains voisins [9].
- **Le suivi** : Durant toute la durée du traitement, des consultations avec le radiothérapeute sont programmées régulièrement (environ une fois par semaine). L'objectif est de s'assurer que le traitement se déroule dans les meilleures conditions. Des visites de contrôle sont également planifiées à l'issue de la radiothérapie [9].

### **1.3. Quelques Accidents signalés au niveau mondial dans la radiothérapie**

Malgré toutes les mesures de sécurité prises lors du déroulement des séances de traitement radio-thérapeutique, plusieurs incidents ont été rapportés au fil des années, nous citeront quelques uns à l'échelle mondiale et qui ont eu des impacts très importants dans le tableau suivant:



DATE	LIEU	DESCRIPTION	BILAN
1990	Hôpital clinique de Saragosse Espagne	Dysfonctionnement consécutif à la réparation d'un accélérateur de particules et erreur de communication.	27 patients surexposés dont au moins 15 sont décédés.
1996	Hospital San Juan de Dios Costa Rica	Erreur de calibration du faisceau d'une unité de télé-cobalthérapie.	115 patients surexposés. Au moins 17 patients décédés deux ans après l'accident.
2000	Hôpital Justo Arosema Panama	Modification d'une procédure pour la saisie des données lors de l'utilisation d'un système informatique de planification des traitements de radiothérapie.	28 patients surexposés. Au moins 5 décès un an après l'accident.
2006 2007	l'hôpital Rangueil de Toulouse (France)	L'utilisation d'un matériel d'étalonnage inadapté est à l'origine de ces surdoses de radiation.	145 patients surexposés dont, 6 décès
2006	l'hôpital d'Epinal (France)	Défaillance système.	400 patients sur exposés, 32 % des patients, soit 140 personnes, présentent des symptômes de rectite avérée (inflammation du rectum), 4 décès.

Tableau 1.1 Quelques accidents signalés au niveau mondiale dans la radiothérapie [7]



## 1.4. Systèmes de surveillance médicale

La surveillance médicale prend de plus en plus une importance primordiale dans le suivi médical des patients, un système de surveillance agit comme un superviseur, capable de détecter des comportements anormaux (les anomalies) et de les signaler ce qui permet d'aider de réduire considérablement les dégâts et les coûts au niveau des hôpitaux [29].

La nécessité de faire communiquer en temps réel et de gérer des urgences à distance, sont toutes des situations parmi plusieurs pour lesquelles, l'intelligence artificielle commence à mettre sa technologie au service de la santé. [15]. Grâce aux nouvelles technologies, la surveillance médicale joue de plus en plus un rôle très important.

### 1.4.1. La surveillance médicale

**Définition 1 :** La surveillance est une tâche continue et en temps réel, dont le but est de caractériser le mode de fonctionnement du système physique, en enregistrant des informations, en reconnaissant et en indiquant les anomalies de comportement [13].

**Definition2 :** La surveillance est un dispositif passif, informationnel qui analyse l'état du système et fournit des indicateurs. La surveillance consiste notamment à détecter et classer les défaillances en observant l'évolution du système puis à le diagnostiquer en localisant les éléments défaillants et en identifiant les causes premières [13].

La surveillance se compose donc de deux fonctions principales qui sont la détection et le diagnostic représentant les principales raisons conduisant à surveiller un système [12].

### 1.4.2. La détection d'anomalies

Les systèmes de détection d'anomalies reposent sur la comparaison du comportement de l'entité observée (utilisateur, indicateurs, application, flux réseaux,...) avec un comportement « normal ». Une alerte est levée lorsque ces deux comportements sont différents [16].

Cette méthode de détection permet de détecter de nouvelles anomalies, si celles-ci impliquent une utilisation anormale du système observé, ce qui est souvent le cas [16].

En effet, la détection d'anomalies et la collecte des informations sont généralement assurées par des systèmes automatiques et informatisés, qui permettent une surveillance fiable et augmentation de la qualité des services médicaux [12].

### 1.5. Quelques systèmes de détection d'anomalies dans la chaîne médicale

L'utilisation des systèmes de détection d'anomalies dans la chaîne médicale est devenue aujourd'hui une obligation, afin d'assurer une bonne qualité de soin dans les salles de traitements.

Ces systèmes sont assurés par des programmes informatiques développés et approuvés pour une utilisation dans la pratique, afin d'aider à la détection des anomalies qui peuvent intervenir dans les salles de soins, les salles de chirurgies, les salles d'isolement dans les maladies infectieuses ainsi que les salles de traitement de la radiothérapie comme dans notre cas.

Voilà quelques exemples des systèmes de détection d'anomalies dans la chaîne médicales :

#### 1.5.1. Les caméras de surveillances

La caméra de surveillance, est un système de transmission d'images, disposé dans un espace public ou privé pour le surveiller. Les images obtenues avec ce système, peuvent être traitées automatiquement et/ou visionnées puis archivées ou détruites. La surveillance a pour but de contrôler les conditions de respect de la sécurité, de la sûreté ou de l'exécution d'une procédure particulière.

En effet, nous pouvons distinguer deux types de caméras de surveillances :

##### i. Les caméras mobiles

Actuellement, les systèmes de surveillance permettent l'acquisition et le stockage de flux vidéo de bonne qualité en grand volume. En particulier, une fois que le système est installé, il y'a des paramètres qui doivent rester inchangés comme le champ d'une caméra il ne doit pas y avoir de déplacement de la caméra par rapport à sa position initiale [18].

Voici un exemple sur la surveillance médicale à l'aide des caméras mobiles :

- Les systèmes de détection de troubles mentaux dans les hôpitaux, Clinique Universitaires Saint-Luc, Bruxelles, ainsi que le diagnostic psychiatrique de la personnalité schizophrénique, 2014 [20].

##### ii. Les caméras de surveillance IP

Pour mettre en place un système de vidéosurveillance à partir de l'outil d'informatique, il existe deux possibilités :



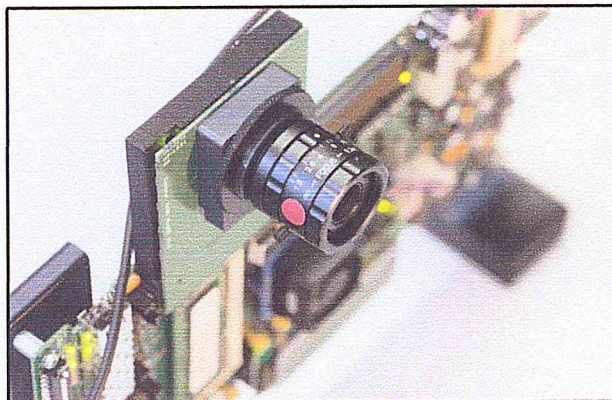
## ii. Les caméras de surveillance IP

Pour mettre en place un système de vidéosurveillance à partir de l'outil d'informatique, il existe deux possibilités :

- Connecté à une webcam USB à un ordinateur tel que les images sont traités par un logiciel de vidéo surveillance (les vidéos surveillances représentent que 10 % des ventes) [18].
- Les camera surveillance IP (la camera vidéo surveille intelligente) qui est utilisé pour l'installation de surveillance en réseau, également appelé vidéo surveillance IP [18].

Alors, la camera IP est relié à un serveur centrale par une liaison Wifi ou bien par un câble RJ45, qui peut gérer plusieurs sites distant [18].

Pour être reconnu par le réseau et consultable depuis n'importe quel ordinateur l camera IP dispose son propre adresse IP [18].



**Figure 1: Camera IP**

Voici un exemple sur les projets de la surveillance médicale à l'aide des cameras IP :

- Système s'aide de diagnostic médicale dans un envirement temps réel – Clinique au Constantine [17].

### **Comparaison des différents types de surveillance par camera**

Il existe, comme on a vu précédemment, différents types de surveillance à l'aide des cameras utilisé dans divers domaines d'applications, mais on a juste mis deux enchantions.

Cette étude comparative nous a également permis d'obtenir les résultats suivants présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 1.2 : Comparaison de différents types de camera [18]**

	<b>La vision en temps réel</b>	<b>L'enregistrement en temps réel</b>	<b>Alerte par mail</b>	<b>Cout</b>	<b>Sécurité</b>
<b>Camera mobiles</b>	+	+	-	-	-
<b>Camera IP</b>	+	+	+	++	-

### 1.5.2 Les réseaux de capteurs

Les réseaux de capteurs sont de plus en plus utilisés dans l'environnement et l'industrie même dans les services médicaux, grâce notamment aux derniers développements réalisés dans les domaines technologiques [19].

Les réseaux de capteurs sont des systèmes qui regroupent plusieurs capteurs, et qui communiquent entre eux avec un système externes (par exemple Internet) par un biais de communication sans fil ou filaire pour transmettre les données vers un nœud particuliers, afin de couvrir une zone cible. Cette zone peut être géographique ou délimité par un système plus au moins étendu : un ouvrage d'art, un ensemble mécanique, un outillage, un réseau télécoms etc. [19].

Lorsqu'un capteur détecte un événement pertinent, un message d'alerte est envoyé à la passerelle par le biais d'une communication Radio. Les données collectées sont traitées et analysées par un ordinateur par la suite [19].

Il existe actuellement un grand nombre de capteurs, avec des fonctionnalités diverses et variés. La plus part des capteurs dépendent de l'application pour les quel ils ont été conçus (capteur aquatique, sous-terrain..).Mais généralement, on distingue trois types de capteurs : les capteurs sans fil, logiciels et filaires présenté par la suite :



Lorsqu'un capteur détecte un événement pertinent, un message d'alerte est envoyé à la passerelle par le biais d'une communication Radio. Les données collectées sont traitées et analysées par un ordinateur par la suite [19].

Il existe actuellement un grand nombre de capteurs, avec des fonctionnalités diverses et variés. La plus part des capteurs dépendent de l'application pour les quel ils ont été conçus (capteur aquatique, sous-terrain..).Mais généralement, on distingue trois types de capteurs : les capteurs sans fil, logiciels et filaires présenté par la suite :

### **Les capteurs sans fil**

Les réseaux de capteurs sans fils ont un large potentiel et constituent un sujet de recherche innovant ainsi qu'un outil convoité par plusieurs domaine : santé, environnement, industrie et même dans le domaine sportif [21].

Mais Parmi les problèmes fondamentaux, nous citons la problématique de l'économie de l'énergie qui est une nécessité absolue à laquelle des solutions adéquates doivent être proposé [19].

### **Les capteurs logiciels**

De plus en plus, l'industrie se tourne vers de nouvelles moyennes pour déterminer une grandeur physique (pression, température.etc.) sans utiliser les capteurs. La solution ce sont les capteurs logiciels [19].

Les capteurs logiciels interviennent comme une nouvelle solution qui présente beaucoup d'avantages, tel que les grandeurs mesurables sont à faible cout. Il détermine très rapidement la présence d'un obstacle et il réagit en conséquence [21].

Malgré les capteurs logiciels permettent la détection directe qui est très fiable, mais cette opération est assez couteuse, donc on a un problème de cout. [21].

### **Les capteurs filaires**

Les capteurs filaires permettant de faciliter le suivie et le contrôle via des câbles physique avec une meilleur précision. Ils peuvent être déployé pour exploiter diverses applications (environnemental, militaires, médical...).Les informations détecté par le capteur filaire sont transmit au format des trames et ils sont acheminer à un centre de contrôle PC au mode terminale [19].

La communication de réseau de capteurs filaires ne se perturbe pas. Donc ils garantissent l'acquisition des informations des données (les capteurs filaires sont plus fiables et plus robuste). Mais ils sont difficiles à installer, sauf si vous avez une connaissance dans le domaine [19].

Voici quelques exemples sur la détection d'anomalies dans une chaîne médicale à l'aide des capteurs :

- La détection et diagnostic des défaillances dans un système de production au sein du Laboratoire d'automatique et productique à l'aide des capteurs sans fil, (U. BATNA), 2012 [22].
- Une plateforme de détection d'anomalies en temps réel à l'aide d'un réseau de capteurs sans fil, Hôpital CPMC, Alger, 2016 [23].
- Un prototype de système de télésurveillance médicale basé sur les capteurs et les réseaux de capteurs filaires, 2014 [24].

### Discussion

Il existe, comme on a vu précédemment, trois types de capteurs utilisés dans divers domaines d'applications. Pour choisir le meilleur type à utiliser afin d'atteindre notre but « la détection des anomalies dans une chaîne médicale.

Cette étude comparative nous a également permis d'obtenir les résultats suivants présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 1.3 : Comparaison de différents types de capteurs**

	Economie d'énergies	Rapidité de détection	Affichage sur écran	Multi-domaines d'application	Consommation d'énergie	Coût
Capteur sans fil	-	+	-	+	++	-



Capteur filaire	-	-	+	+	+++	+
Capteur logiciel	+	-	+	+	-	+

**Significations :**

+ : Avantages.

- : Inconvénients.

Selon le tableau 1.3 nous constatons, que chaque type de capteur propose des avantages par rapports aux autres ; mais le capteur filaire reste le plus populaire et le meilleur par rapport aux avantages qu'il apporte. Par rapport aux capteurs sans fil et aux capteurs logiciel qui eux reste les moins utilisés dans les différents domaines d'applications.

**1.6. Conclusion**

Ce premier chapitre énonce la surveillance des salles de la radiothérapie. Nous avons présenté les concepts fondamentaux de la radiothérapie ainsi que quelques exemples de surveillance d'anomalies dans la chaîne médicale. Nous avons également décrit un travail qui porte sur la surveillance d'anomalies dans le service de la radiothérapie.

D'après l'étude effectuée, un système de surveillance agissant comme un superviseur, capable de détecter des comportements anormaux et de les signaler à l'aide des techniques avancées tel que l'intelligence artificielle et plus précisément les systèmes experts.

Le chapitre suivant sera entièrement consacré aux systèmes experts, leur définition, types, architectures et surtout domaines d'applications.

## **Chapitre 2 : Les systèmes experts**

## 2.1. Introduction

La notion de systèmes experts est une notion assez ancienne qui est apparue dans les années 70 avec l'apparition du système expert célèbre MYCIN dont le but était d'aider les médecins à effectuer le diagnostic et le soin des maladies infectieuses du sang [2].

Aujourd'hui, les systèmes experts constituent une technologie bien définie d'une manière intelligente, dans différents domaines de travail, ils ont été parmi les premières formes vraiment réussies de logiciels d'intelligence artificielle [2].

Les systèmes experts (SE) sont l'un des domaines de recherches importants de l'IA. Ils sont introduits par les chercheurs de l'université de Stanford, Département d'informatique [2].

En effet, un système expert est un système informatique qui émule la capacité de la prise de décision, capable d'effectuer dans un domaine des raisonnements logiques comparables à ceux que feraient des experts humains de ce domaine. C'est avant tout un système d'aide à la décision et de détection des situations anormales qui peuvent intervenir.

Dans ce chapitre, nous allons parler des concepts de base des systèmes experts entre autre : la définition, le rôle, la structure, le fonctionnement, les types, les caractéristiques, le développement technologique, les avantages et les inconvénients des systèmes experts.

## 2.2. Définition d'un système expert

Les systèmes experts sont des systèmes qui tentent de simuler le savoir-faire, ils sont capables de faire ce que l'homme fait en raisonnant. Le principe de cette approche est de demander à un ou plusieurs experts d'établir des règles qui décrivent leur façon de prendre leurs décisions (Främling, 1992). Ils doivent réaliser à la fois un traitement d'information et un raisonnement, ce qui signifie en termes médicaux, une stratégie de diagnostic et/ou thérapeutique (Darmoni, 2003) [3].

Les systèmes experts sont souvent utilisés pour conseiller les non-experts dans les situations où un expert humain est disponible (par exemple, il peut être trop coûteux d'employer un humain expert, ou il pourrait être difficile d'atteindre un emplacement) [3].



Un système expert est un système qui analyse et fusionne les informations provenant de plusieurs capteurs et dont la finalité est de constituer une aide à la décision [2].

Ces systèmes apportent des fonctionnalités importantes :

- ✓ La création d'alertes dans le cas de la détection d'anomalies. Cela permet de focaliser l'attention de l'opérateur et d'optimiser la prise de décision.
- ✓ L'observation d'informations contenues dans les images non visibles à l'œil nu.
- ✓ La recherche automatisée ou semi-automatisée d'indices à des fins d'enquêtes.
- ✓ La diminution de la bande passante utilisée ou de la durée d'enregistrement en transmettant et en enregistrant uniquement les données pertinentes.

Un système expert peut intervenir à différents niveaux :

- ✓ Au niveau du capteur afin de traiter le plus tôt possible l'information et limiter la quantité de données transmises.
- ✓ Au niveau de l'enregistrement des données collectées des différents capteurs pour détecter une éventuelle anomalie.
- ✓ Au niveau de la comparaison des données collectées par les capteurs et par les opérateurs pour confirmer ou affirmer le plus rapidement que possible l'apparition d'une anomalie.

Donc, un système expert est un logiciel informatique qui tente d'agir comme un humain expert sur un domaine particulier [5]. Son rôle est de fournir une aide médicale sous une forme appropriée à partir de symptômes préalablement établis. [4]

### 2.3. L'architecture d'un système expert

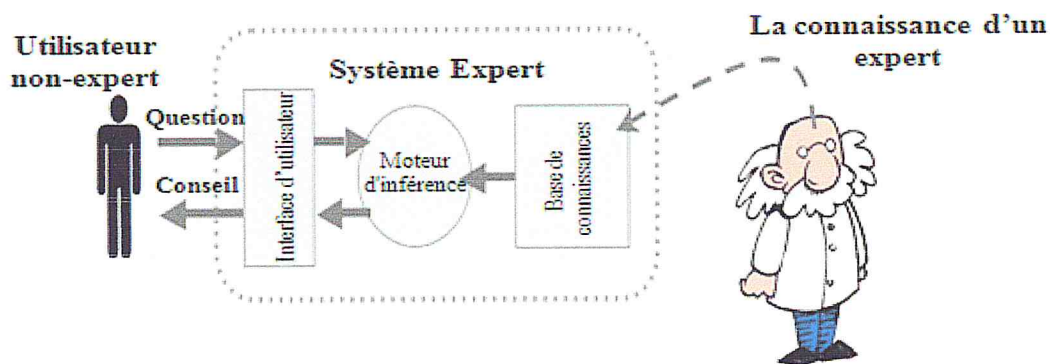


Figure 2: Les composants du système expert [4]

Un système expert est constitué de trois parties [4]:

- **Une interface utilisateur** : Ceci est le système qui permet à un utilisateur non-expert à interroger (questionner) le système expert, et de recevoir des conseils. L'interface utilisateur est conçue pour être simple à utiliser que possible.
- **Une base de connaissances** : Ceci est une collection de faits et de règles. La base de connaissances est créé à partir d'informations fournies experts by **Human**.
- **Un moteur d'inférence** : Cela agit plutôt comme un moteur de recherche, l'examen de la base de connaissances pour l'information qui correspond à la requête de l'utilisateur.

L'utilisateur non-expert interroge le système expert. Cela se fait en posant une question, ou en répondant à des questions posées par le système expert.

Le moteur d'inférence utilise la requête pour rechercher la base de connaissance et fournit alors une réponse ou un conseil à l'utilisateur.

### 2.4. Les différents types des systèmes experts

Haton & Haton (1989) distinguent différents types de systèmes experts présentés comme suit :

- **Systèmes d'interprétation de données**

P.ex., systèmes de diagnostic en médecine ("de quelle maladie s'agit-il?"), système d'interprétation géologique ("les mesures séismologiques permettent-elles de croire à l'existence de dépôts minéraux importants?"), systèmes d'évaluation psychologique ("s'agit-il d'un cas suicidaire?"), etc. [6].

- **Systèmes de prédiction**

P.ex., systèmes de prédiction météorologique ("Il pleut aujourd'hui en France. Va-t-il pleuvoir en Suisse demain?"), prédictions géopolitiques ("Les conflits de guerre sont particulièrement fréquents en situation de crise économique. Quelles combinaisons précises de facteurs économiques, sociologiques et politiques prédisent un déclenchement d'hostilités?"), etc. [6].

- **Systèmes de planification**

P.ex., système de réservation de vols aériens, planification des altitudes de vol selon les vents connus et les corridors disponibles, planification des actions d'assemblage d'un robot industriel, planification des interventions requis pour la construction d'un bâtiment, etc. [6].

- **Systèmes de conception**

P.ex., Développement et simplification de circuits intégrés, aménagement d'une cuisine optimale dans un espace donné, clonage de gènes, création d'un nouveau composé chimique, etc. [6].

## **2.5. Le rôle des systèmes experts dans la surveillance médicale**

Les objectifs d'un système de surveillance médicale sont les mêmes que ceux d'un système de surveillance classique: aide à l'interprétation des données, détection, proposition de diagnostic.

L'augmentation du flot d'informations due à l'évolution technologique pose un problème de surcharge cognitive encore plus accentuée dans les services d'urgence où la rapidité de réaction joue un rôle important sur la qualité des soins apportés au patient : une complication médicale doit être détectée au plus tôt et un diagnostic posé rapidement.

Donc on distingue qu'il existe deux grandes classes à surveiller :

- La surveillance des patients.



- La surveillance des équipements utilisés par les patients.

L'objectif de la surveillance est de détecter un changement d'état ou de reconnaître un état particulier chez un patient.

### **2.5.1. La surveillance de patients hospitalise**

Plus particulièrement dans les services médicaux où l'état des patients est étroitement surveillé à l'aide de systèmes de monitoring. Il s'agit de détecter en temps réel une dégradation de l'état de santé du patient.

Un patient est un « système » complexe difficilement modélisable par un système d'équations différentielles. Les relations entre variables sont fortement non linéaires, peuvent changer en fonction du temps, et d'un patient à l'autre. Il existe plusieurs techniques de surveillance pour la détection d'anomalies dans les chaînes médicales.

L'état du patient est caractérisé par un ensemble d'informations mesurées à une instant donnée. Tel que L'état du patient est décrit par l'évolution temporelle des signaux [5].

### **2.5.2. La surveillance des équipements utilisés par les patients**

L'utilisation de technologies avancées dans les systèmes de contrôle et de surveillance de machines assez complexe, permet aux utilisateurs d'augmenter la disponibilité de leurs équipements et de réduire leurs coûts de maintenance et exploitation et évitera les erreurs qui peuvent intervenir et qui reflexes sur la santé des patients traitées. Plusieurs solutions sont été mises au point pour résoudre des problèmes liés aux équipements afin de informations sont accessibles et faciles à interpréter en temps réel [11].

Et dans ce cadre on écrit notre problématique. Tel que le contrôle et la surveillance des services médicaux à forte utilisations d'équipements lourds comme la radiothérapie sont nécessaires et primordiaux. La connaissance des différents indicateurs, tels que le rendement et l'état des machines de traitement, la mesure de la température des machines, l'humidité dans la salle, etc., permettant d'améliorer la durée de fonctionnement et rendement des machines et par conséquents le nombre de patients traités.

## 2.6. Quelques domaines d'applications

Nous ne pouvons aborder les systèmes d'aide à la détection d'anomalies médicale sans parler des systèmes experts [4]. Les systèmes experts sont très connus et utilisés dans différents domaines d'applications, tel qu'on les trouve dans [25] :

- **L'agriculture**
  - Diagnostic de maladies et conseil thérapeutique en pathologie végétale.
  - Aide au choix des semences, d'engrais.
  
- **La biotechnologie**
  - Conception de plan d'expérience en génétique moléculaire.
  - Interprétations de séquences d'acide nucléiques.
  
- **L'électronique**
  - Diagnostic de pannes de circuits, de centraux téléphoniques.
  - Aide à la conception de circuits VLSI.
  
- **L'informatique**
  - Aide à la programmation.
  - Configuration de système informatique.
  - Aide à l'exploitation et à la maintenance.
  
- **L'industrie**
  - Conduite de processus industriels.
  - Ordonnements d'ateliers flexibles.
  - Surveillance, diagnostic de pannes, gestion d'incidents.
  
- **La médecine**
  - Aide au diagnostic.
  - Aide à l'interprétation d'images.
  - Surveillance des malades en réanimation.

## 2.7. Les avantages et inconvénients des Systèmes Experts

Dans cette partie, nous allons citer quelques avantages et inconvénients des systèmes experts.

### 2.7.1. Les avantages

Les points forts d'un système expert en milieu professionnel sont représentés par la suite [25]:

- L'accessibilité à un utilisateur lambda d'un poste réservé jusqu'à lors à un expert.
- La gestion simultanée de nombreuses ressources et contraintes.
- La traçabilité des décisions et actions entreprises.
- Les statistiques calculables à partir de la base de faits.
- L'utilisation comme outil d'analyse et de simulation du Système Expert.
- Meilleur rendement que les experts humains.
- Lisibilités des connaissances, aspect plus déclaratif que procédural.
- Construction incrémentale.
- Facilité de mise à jour
- Préservation de l'expertise.

### 2.7.2. Les inconvénients

Les deux principaux inconvénients des systèmes experts sont :

- Dans les systèmes experts, on fait inférence à des connaissances même si elles sont dépassées [5].

## 2.8. Quelques réalisations des systèmes experts dans la détection d'anomalies dans le domaine médical

Les systèmes experts ont fait leur apparition dans certains domaines, particulièrement en médecine et ce dans plusieurs spécialités, comme notre cas la radiothérapie. Ces systèmes ont eu un fort impact car ils étaient sous-utilisés par les praticiens dans la constitution des bases de connaissances. [25]

Le tableau suivant résume quelques systèmes experts médicaux en précisant leur domaine et leur but.



Tableau 2.1 Quelque système expert médical [25].

Système	Domaine	But
MYCIN	Maladies infectieuses	Identification de microorganismes responsables des infections, conseil sur le choix d'un antibiotique.
INTERNIST-I	Médecine interne	Diagnostic des problèmes complexes en médecine interne.
PROTIS	Diabétologie	Aide les médecins généralistes dans le diabète.
AES	Bactériologie	Proposition d'un traitement antibiotique.
SETH	Intoxications médicamenteuses	Diagnostic et traitement des intoxications médicamenteuses.
MYOSIS	Physiologie	Diagnostic électromagnétique.
PATHFINDER	Chirurgie des ganglions lymphatiques	Diagnostic des maladies de des ganglions lymphatiques.
DOMBAL et COLL	Aide au diagnostic des douleurs abdominales	Le système, de nature probabiliste, a comme objectifs une aide pragmatique dans le cadre de la prise en charge des douleurs abdominales afin d'éviter les gestes inutiles ou les complications. L'évaluation montre que le médecin sans l'aide du système pose moins souvent le bon diagnostic que le

		médecin assisté du système. Complications et gestes inutiles sont également moins fréquents lorsque le système est utilisé.
<b>ONCOCIN et PDQ</b>	Aide à la chimiothérapie	Aide au choix du protocole de chimiothérapie, à son respect et à son adaptation temporelle.

## Quelques langages de programmation pour les systèmes experts

Il existe notamment plusieurs langages de programmation utilisés pour les systèmes experts. Pour choisir le meilleur langage à utiliser afin d'atteindre notre but « la détection des anomalies tel que le traitement sur ces anomalies pour rendre l'état bon à fin d'assurer une bonne qualité de traitement dans la chaîne médicale », on va faire une étude comparative entre ces langages.

La notion de meilleur langage est très souvent discutable, car elle est fortement liée à la nature des données collectées et repose généralement sur une définition spécifique à l'association qui fait le classement [26].

Les langages étant en fait des outils, la notion de meilleur langage doit avant tout dépendre du domaine d'application [26].

### 2.9.1 Visual Prolog

Visual Prolog est un langage de programmation de paradigme multiple basé sur le langage logique Prolog. Le but de Visual Prolog est de faciliter des solutions programmatiques de connaissances des problèmes complexes soulignés.

Visual Prolog est un langage de programmation puissant et de haut niveau en sécurité combinant les meilleures caractéristiques des paradigmes de programmation logiques,

anomalies tel que le traitement sur ces anomalie pour rendre l'état bonne à fin d'assurer une bonne qualité de traitement dans la chaine médicale », on va faire une étude comparative entre ces langages.

La notion de meilleur langage est très souvent discutable, car elle est fortement liée à la nature des données collectées et repose généralement sur une définition spécifique à l'association qui fait le classement [26].

Les langages étant en fait des outils, la notion de meilleur langage doit avant tout dépendre du domaine d'application [26].

### 2.8.1. Visual Prolog

Visual Prolog est un langage de programmation de paradigme multiple basé sur le langage logique Prolog. Le but de Visual Prolog est de faciliter des solutions programmatiques de connaissances des problèmes complexes soulignés.

Visual Prolog est un langage de programmation puissant et le type de haut niveau en sécurité combinant les meilleures caractéristiques des paradigmes de programmation logiques, fonctionnelles et orientées objet d'une manière cohérente et élégante. Avec Visual Prolog, vous pouvez créer des applications pour les plates-formes Microsoft Windows 32/64.

Il prend en charge des solutions client-serveur et à trois niveaux avancés. Visual Prolog est particulièrement bien adapté pour le traitement des connaissances complexes. En utilisant le système d'objet puissant que vous êtes en mesure de l'architecte de votre application de manière très rigide et en même temps, bénéficiant d'un couplage très lâche. Cela vous permettra de réduire le développement et encore plus les coûts de maintenance [26].

### 2.8.2. Traditionnelle et Visual Prolog

Les différences entre Prolog traditionnelle et Visual Prolog peuvent être largement divisés en ces catégories:

- **Les différences de structure du programme:** Ils sont distincts, mais facile à comprendre les différences entre la structure utilisée dans Prolog traditionnel et celui utilisé dans Visual Prolog. Il comprend essentiellement de comprendre comment marquer les déclarations des



définitions, et d'indiquer l'objectif principal que le programme doit rechercher en utilisant des mots-clés spécifiques.

- **Considérations de fichier:** Visual Prolog donne diverses installations pour organiser la structure du programme dans les différents types de fichiers.
- **L'orientation de l'objet:** Un programme Prolog visuel peut être écrit comme un programme orienté objet, en utilisant un objet classique fonctionnalités orientées.

#### ➤ Java

Java est un langage de programmation orienté objet qui a été développé par **Sun Microsystems** dans les années 90. C'est l'un des langages de programmation les plus populaires, devenu un standard chez les programmes d'entreprise, dans les contenus et jeux Web ou encore les applications mobiles. C'est également le langage de programmation utilisé pour le système d'exploitation mobile **Android**. Le **Java** est faite pour travailler sur de nombreuses plateformes : un programme codé sur **MacOSX** pourrait par exemple fonctionner sur **Windows**.

#### ➤ Labview

LabView est un langage de programmation graphique qui crée des programmes sous forme de diagramme. Un programme LABVIEW est appelé « instrument virtuel » (VI).

LabView est cependant accès sur l'acquisition de données, le contrôle d'instruments par port série, parallèle, GPIB, carte E/S..., ainsi que l'analyse, la présentation et le stockage de ces données.

La programmation sous LABVIEW est modulaire LabView possède des bibliothèques de VI intégrés qui sont directement incorporables dans vos VI développés de manière spécifique.

#### ➤ C++

C'est un langage de programmation de haut niveau, développé en 1983 aux laboratoires Bell. Il s'agit d'une version orienté objet de son prédécesseur C. C'est un langage très utilisé pour développer des applications graphiques.

Après avoir cette étude comparative, nous avons synthétisé que le meilleur choix à utiliser dans la programmation des systèmes experts est Visual prolog, qui est l'un des plus connues

- La spécialisation, restrictive.

De plus, certaines tâches vont probablement toujours leur échapper (leur confier notre vie dans le pilotage).

D'autre part, il y a la nécessité de construire « à la main » l'ensemble de la base de connaissance et l'absence quasi-totale d'apprentissage automatique. Il y a également un manque de connaissance du Système Expert sur ses propres limites de compétence.

Les systèmes experts ont eu leur heure de gloire dans les années 1980, où on a trop rapidement pensé qu'ils pourraient se développer massivement.

En pratique, le développement de ce genre d'application est très lourd car, lorsque l'on dépasse la centaine de règles, il devient difficile de comprendre comment le système expert « Raisonne » (manipule faits et règles en temps réel), et donc d'en assurer la mise au point finale puis la maintenance [6].

## 2.11 Conclusion

Nous avons présenté un état de l'art sur quelques méthodes d'aides à la d'anomalies dans le service médicale dont les systèmes experts. Ces derniers sont des systèmes fondés sur la connaissance. C'est pour quoi, les systèmes experts ont eu beaucoup de succès et ont donné lieu à de multiples travaux scientifiques notamment en médecine.

D'une part, les systèmes experts d'aide à la détection d'anomalie dans le service médicale se définissent comme une suite d'étapes décisives dont la finalité est l'amélioration de la qualité des soins apportés aux patients [27].

D'autre part, le raisonnement à partir de cas se base sur l'expérience acquise pour résoudre de nouveaux problèmes. Donc il est bien adapté pour les applications dont la tâche est accomplie par des humains expérimentés dans leur domaine et dont les expériences sont disponibles dans une base de données, dans des documents ou chez un expert humain tel que dans le domaine médical [27].

Le raisonnement à partir de cas se révèle alors une précieuse technique pour la mise en œuvre de différentes tâches impliquant les systèmes d'aide à la détection d'anomalies ainsi que la résolution des problèmes de diagnostic [27].

Dans le chapitre suivant, on va aborder la conception architecturale de la solution proposée ainsi que le système expert qu'on va implémenter, où nous allons appliquer les règles déterministes ainsi que les règles probabilistes déterminés par les experts pour améliorer la qualité des soins et de traitements.



## **Chapitre 3 : Conception architecturale**

### 3.1. Introduction

Un modèle est une simplification de la réalité qui permet de mieux comprendre le système à développer ; il est important de modéliser, car cela permet de visualiser le système tel qu' il devrait l'être une fois réalisé, de valider le modèle vis à vis des utilisateurs, de spécifier les structures de données et le comportement du système, de fournir un guide pour la construction du système.

Ce chapitre se veut une modélisation du futur système, il est composé de deux sections. La première section, décrit l'architecture technique de notre plateforme, à travers la définition d'un ensemble de matériels et logiciels s'appuyant sur la technologie des capteurs filaires. Nous présentons cette architecture sous deux aspects de développement : solution hardware et solution software.

La deuxième section, présente une conception architecturale du système de détection d'anomalies et leur traitement, ainsi que le protocole réseau de transmission du résultat finale à l'opérateur.

### 3.2. L'architecture du réseau de capteurs de notre plateforme

Dans cette version de l'application, la coopération scientifique et technique avec le personnel médical du service de radiothérapie de l'HCPMC (des médecins et des physiciens), les techniciens du centre CDTA (Centre de Développement des Technologies Avancées) et avec la contribution des chercheurs de l'Université de Oum el Bouaghi de l'Algérie a conduit pour la conception de la vérification et le contrôle de certaines procédures médicales et physiques et la mise en œuvre de tous les capteurs de température et des chambres de traitement de l'humidité.

#### 3.2.1. Modélisation et réalisation de réseau de capteurs et sa connexion au PC au mode terminal

Dans les procédures thérapeutiques, la mesure de la dose exacte est essentielle pour traiter efficacement les patients. L'ARIA (marque déposée de Medical System VARIAN) Oncologie système d'information de VARIAN (marque déposée) qui relie les trois accélérateurs linéaires (modèles VARIAN), les deux scanners simulateurs et les procédures de contrôle

médical de réseau du PC est utilisé dans le service de radiothérapie du HCPMC\*. Ce système ne garantit pas d'erreurs de manipulations et erreurs fatales humaines pour le traitement des patients.

Afin de garantir des prestations maximales et un minimum de risques, il est essentiel que ces techniques reposent sur la dosimétrie et procédures appropriés de physique médicale. La dosimétrie se réfère à la mesure précise des doses de rayonnement et il est essentiel de permettre aux patients de bénéficier d'un traitement médical approprié.

Notre plate-forme de contrôle fonctionne en parallèle avec ce système, afin de contrôler et d'assurer que toutes les procédures (physiques, médicaux et techniques) qui sont exécutées sans erreur par le personnel du département d'oncologie médicale. Cette plate-forme de contrôle est complémentaire du système d'information ARIA oncologie [28].

Le système informatique se compose de cinq ordinateurs personnels, un ordinateur serveur, trois accélérateurs linéaires (modèle VARIAN), deux simulateurs de scanner (Varian et General Electric), cinq capteurs de température et l'humidité des pour les quatre salles de radiothérapie de guérison [29].

Les ordinateurs sont placés dans un réseau et trois d'entre eux sont utilisés pour contrôler la liste de contrôle de l'appareil (accélérateurs linéaires). Ces trois ordinateurs sont mis à l'extérieur des chambres de guérison. L'ordinateur serveur est utilisé comme un serveur de données pour stocker toutes les données du système (la liste de contrôle des appareils, la température et les données d'humidité, les médecins et la gestion des patients).

Quatre ordinateurs personnels sont consacrés aux manipulateurs (médecins, physiciens et techniciens) pour saisir des informations médicales sur les patients lors de séances de traitement de simulation et de rayonnement ainsi que leurs coordonnées et toute autre information nécessaire.

Le chef de service ou le directeur technique des services de radiothérapie pourrait contrôler et superviser toutes les machines et les salles de traitements dans un seul écran d'ordinateur, parmi les quatre ordinateurs utilisé, afin de visualiser les quatre ordinateurs reliés aux quatre chambres de guérison dans un grand écran de travail en temps réel (plusieurs fenêtres actives). Un ordinateur est relié à la chambre de simulation deux.

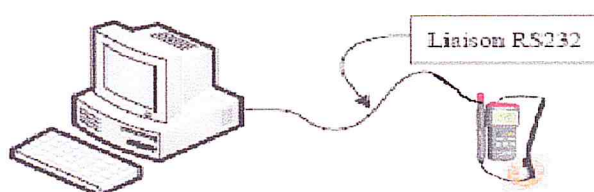
---

\* HCPMC : Hôpital Centre Pierre et Marie Curie, Mustapha Bachaa , Alger.



Dans les salles de traitement, cinq capteurs de température et l'humidité des sont utilisés avec le port série **RS232**.

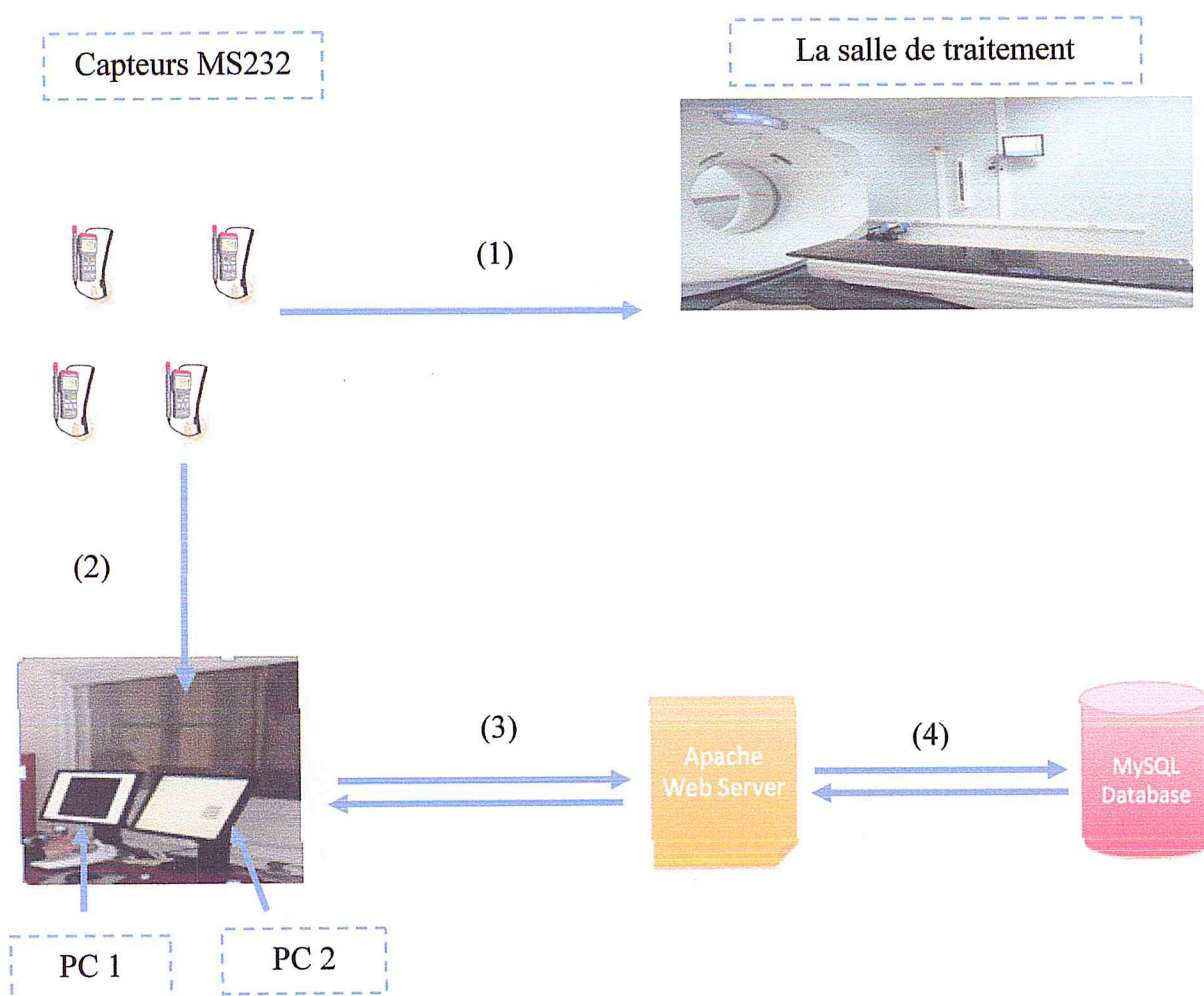
Le port RS232 est appliqué à l'intérieur des quatre salles de traitements et de simulation avec les trois accélérateurs linéaires et les deux simulateurs de scanner. Ce système est utilisé afin d'améliorer la qualité des services et d'accroître la prise en charge médicale. En fait, en effet, grâce à ce système et l'utilisation de procédures médicales, techniques et physiques simples et aussi l'application de contrôle, nous pouvons éviter les erreurs de manipulation qui pourraient tuer ou rendre les patients handicapés [30].



**Figure 3: Exemple de PC utilisé relié avec un capteur filaire de température et l'humidité avec le port série RS232**

Mais dans notre environnement de travail, on a été limité à deux capteurs filaires avec deux Pc bureaux, exigé par les membres de stage. Chacun de ces capteurs filaires, est pour la détection du taux d'humidité et aussi la mesure de température dans la salle de traitement de la radiothérapie. Les capteurs transmettent les données collectées à deux ordinateurs en parallèle, le premier est un pc de bureau, quant au deuxième est un serveur, et ceci via des ports série RS232.

En ce qui suit l'architecture logicielle résumant notre réseau de capteur.



**Figure 4: L'architecture de notre réseau.**

Dans la salle de traitement de la radiothérapie, on trouve quatre capteurs filaires avec une certaines machines (soit simulateurs, soit Acultiy, soit 2100C ou bien soit T10000).

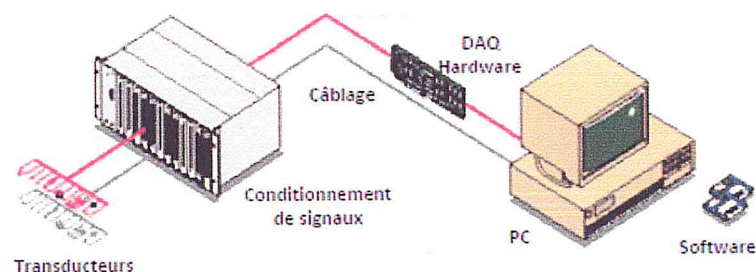
- (1) : Les quatre capteurs filaires se situent dans la salle de traitement de la radiothérapie.
- (2) : Ils détectent la température et l'humidité. Ces valeurs seront décryptées et affichées par la suite dans la plateforme de contrôle réalisé déjà par les membres du projet.
- (3) & (4) : Le stockage des ces valeurs ainsi que toutes les informations sur la plateforme (les consignes du chef de service, les rapports de traitement, la date ...) sont stockés dans la base de données MYSQL en temps réel à l'ide d'un serveur. On peut faire la récupération aussi de ces informations et les afficher par la suite dans la plateforme.



### 3.3.2. Acquisition des informations de données des capteurs en réseau

L'acquisition des données est le premier module à réaliser pour concrétiser le système de contrôle de détection d'anomalie dans le service radiothérapie. L'acquisition des données, généralement abrégé par DAQ acronyme de « **data acquisition** » est le processus par le quel, des grandeurs physiques (température, l'humidité et la pression d'eau) issues des systèmes physique sont transformé en des signaux éclectiques, ces signaux sont ensuite mesurés et ouvertes en données numériques afin d'être stockées, traités et analysé sur un ordinateur.

Une chaine d'acquisition des données est constituée d'un ensemble d'éléments, à savoir : les capteurs, l'équipement de conditionnements de signal, l'équipement d'acquisition (hardware), le câblage, l'ordinateur et les logiciels (software).



**Figure 5: Élément de base d'un système d'acquisition de données**

Les drivers et les logiciels d'application rendent l'ordinateur et l'équipement DAQ un outil complet d'acquisition, d'analyse et de présentation des données .Il s'exécutent sur l'ordinateur sous un système d'exploitation (Dos, Windows, Unix..).Ces logiciels d'applications peuvent être une interface interactif à plein écran, un programme de contrôle des Entrées /Sorties, un enregistreur de données, un gestionnaire de communication, ou une combinaison de toute ces applications .Le driver est la couche logicielle qui facilite la communication avec le matériel.

Il constitue la couche intermédiaire entre le logiciel d'application et l'équipement d'acquisition .Le driver dispose également au développeur la possibilité de programmer au niveau de registre et ainsi à des commandes complexes pour accéder aux fonctions de l'équipements d'acquisition.

Le logiciel d'application peut être soit un environnement de développement dans le quel on peut construire une application personnalisé qui satisfait les critères spécifique, soit



fonctions d'analyse et de présentation au logiciel driver. Pour choisir le logiciel d'application approprié, il faut évaluer la complexité de l'application demandé et le temps dont on dispose pour développer cette application.

### 3.3.3. L'architecture des capteurs filaires utilisés

Le capteur utilisé dans les salles de traitement est un capteur filaires de type MASTECH-MS6503 (Intelligent humidity and temperature data logger). Cet outil est un thermo-hygromètre numérique de l'environnement qui est basé sur un capteur à semi-conducteur et la caractéristique capacitive d'un polymère [21].

Cet outil a une performance professionnelle. Il permet d'identifier les valeurs de MAX et de MIN pour la température et l'humidité. Il est équipé de fonction hors tension automatique (arrêt automatique) quand in détecte une masse [21].

On viendra à résumer tous ça dans le schéma suivant :

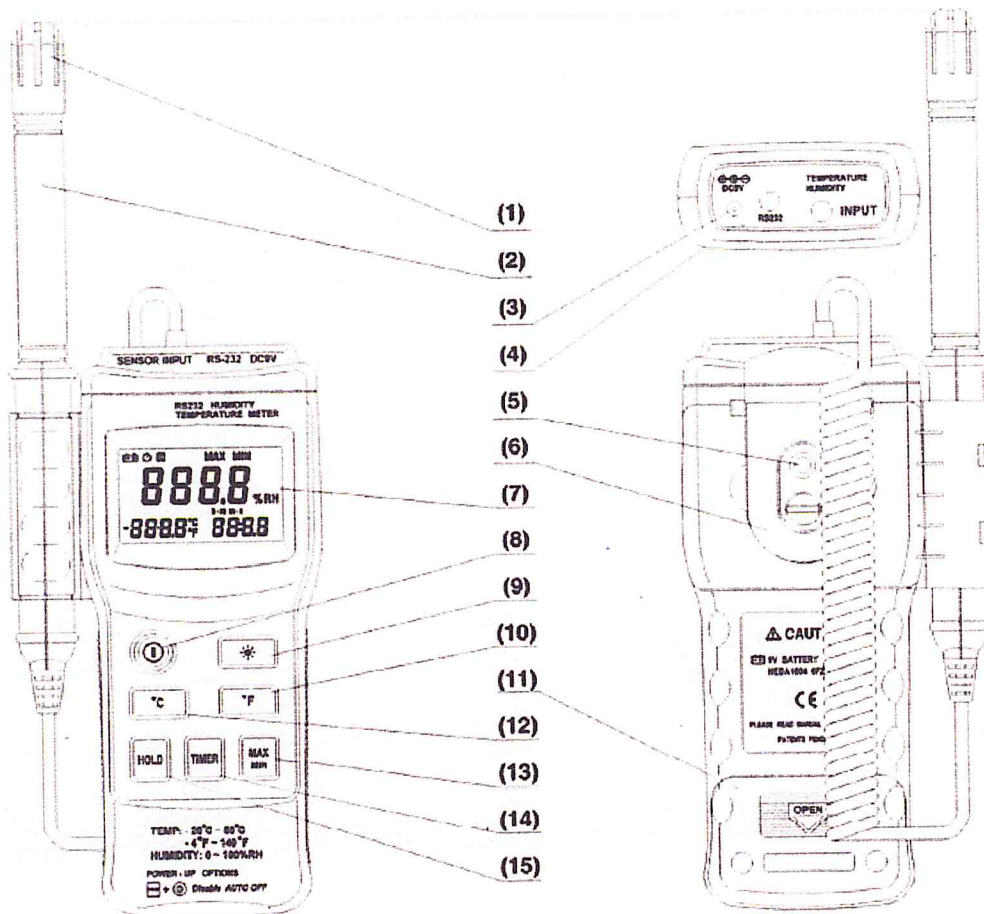


Figure 6: L'architecture du capteur filaire MS 232 [21].

Voici le tableau qui représente les noms de piece du capteur ainsi leur role :

Voici le tableau qui représente les noms de pièce du capteur ainsi leur rôle :

**Tableau.3.1** Présente les noms des pièces avec leur rôle

Le nom de la pièce	Le rôle
1	Protection du capteur anti-poussière.
2	Sonde de support de capteur.
3	Connecteur d'adaptateur secteur.
4	Connecteur d'adaptateur secteur.
5	Connecteur d'adaptateur secteur.
6	Plier onglet pour accrocher l'outil.
7	Affichage LCD.
8	ON / OFF.
9	Bouton pour l'affichage rétro-éclairage.
10	Bouton "° F" à l'échelle en degrés Fahrenheit.
11	La housse de siège de la 6LR61 9.
12	Bouton "° C" à l'échelle en degrés centigrades.
13	Commande de « MAX, MIN ».
14	Touche "TIMER" pour afficher la minuterie.
15	Bouton "HOLD".



### 3.3.4. Décryptage des informations des capteurs MS6503 en temps réel par LABVIEW à l'aide des réseaux neurones

Cette partie, est consacrée au décryptage des données codées à partir d'un capteur de température de type MS6503 utilisé dans les salles de radiothérapie du HCPMC hospitalier (Hôpital Centre Pierre et Marie Curie), le but est de vérifier à distance les températures des chambres à déclenchement alarmes et son contrôle par la suite, afin d'éviter les erreurs de manipulation qui sont mortelles pour les patients si elles se produisent ou se présentent.

Le déchiffrement de données de capteur de température utilisé dans les services de radiothérapie appliquant des réseaux neuronaux tel que : le capteur de température utilisé dans les chambres CPMC hôpital de radiothérapie est de type MS6503.

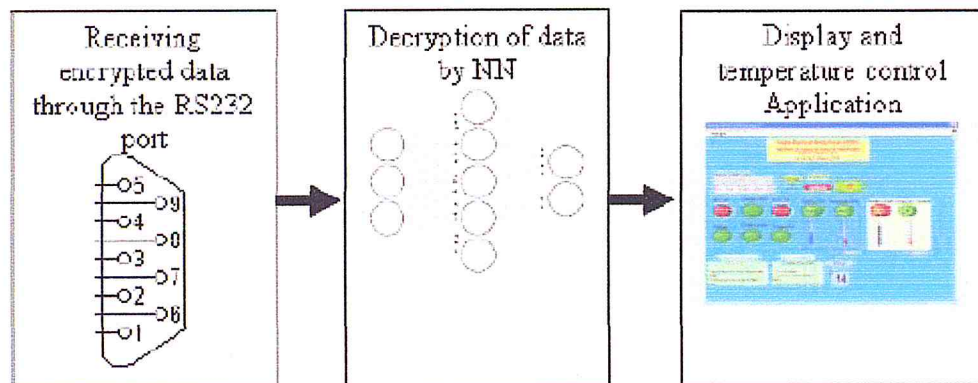
Pour afficher la valeur des températures grâce à une application spécifique que nous avons mis en pratique dans le but de contrôler ces chambres, ce qui nous a causé un problème majeur parce que les données reçues du capteur sont cryptées, ce qui rend l'utilisation directe est impossible, qui nécessitent nous cherchons une approche pour décrypter les données pour avoir les valeurs exactes de la température de la radiothérapie de chambre, pour cela nous avons utilisé des **réseaux de neurones** formés par l'**algorithme de rétro-propagation** pour décrypter les données du capteur.

Le choix des réseaux neuronaux est faite que le parmi les avantages d'un réseau neuronal est sa capacité d'adaptation aux conditions imposées par un environnement, et la facilité de changer ses paramètres (poids, nombre de neurones, etc.) en fonction de le comportement de son environnement [31] [32] [33] [34] [35].

Le capteur de température utilisé dans les HCPMC chambres hôpital de radiothérapie est du type MS6503, et l'affichage de la température par l'intermédiaire d'un ordinateur avec une application personnelle pose un problème car il a un protocole de communication non transparent parce que le capteur est muni d'un logiciel spécifique qui vous laisse lire la température et de l'humidité, mais si l'utilisateur a besoin d'intégrer le capteur dans une autre application comme faire la surveillance d'une pièce, il ne peut pas lire les données envoyées par le capteur via le port série RS232 parce que son format de protocole et les données fournies par ce dernier sont inconnus, les données reçues par ce port sont cryptées et codées et le fabricant maintient le secret confidentiel. Pour résoudre ce problème et aider à récupérer les



valeurs réelles de la température de la pièce, nous avons opté pour utiliser MLP réseaux de neurones formés par l'algorithme de rétro-propagation pour décrypter les données (Figureure 2) [20] [21] [22] [23].



**Figure 7: Le décryptage des données reçues par le port RS232 par réseaux neuronaux**

Le réseau de neurones utilisé pour décrypter les données provenant du capteur est utilisé en deux étapes ; la première, est une phase d'apprentissage le réseau neuronal est formé sur un ensemble de données en utilisant le capteur de codes chiffrés comme entrées du réseau et la cible est les températures correspondant à ces codes, ces températures sont notées directement et manuellement à partir du capteur placé dans une salle de radiothérapie, ces les valeurs sont lues directement par le biais de l'écran LCD qui fournit le capteur (Figureure 3), ce travail est très délicate et fatigant et nous avons pris un très grand moment.

La deuxième phase est la phase de validation, dans lequel une nouvelle série de données chiffrées du capteur sont utilisés à l'entrée du réseau (données non utilisées lors de la première phase) et la cible est les valeurs réelles de la température aussi manuellement noté à partir de l'écran du capteur dans la salle de radiothérapie.

A ce stade, le réseau de neurones peut être utilisé directement pour déterminer les températures correspondant au crypté codes reçus à partir du capteur via le port RS232 du ordinateur de la salle de contrôle.

Après la construction de la formation du réseau de décryptage de données reçus en provenance du capteur de la salle de traitement du service radiothérapie, le réseau de neurones est alors mis en place et connecté à l'application de contrôle de la température de la salle de radiothérapie qui nous avons conçu dans la pratique.

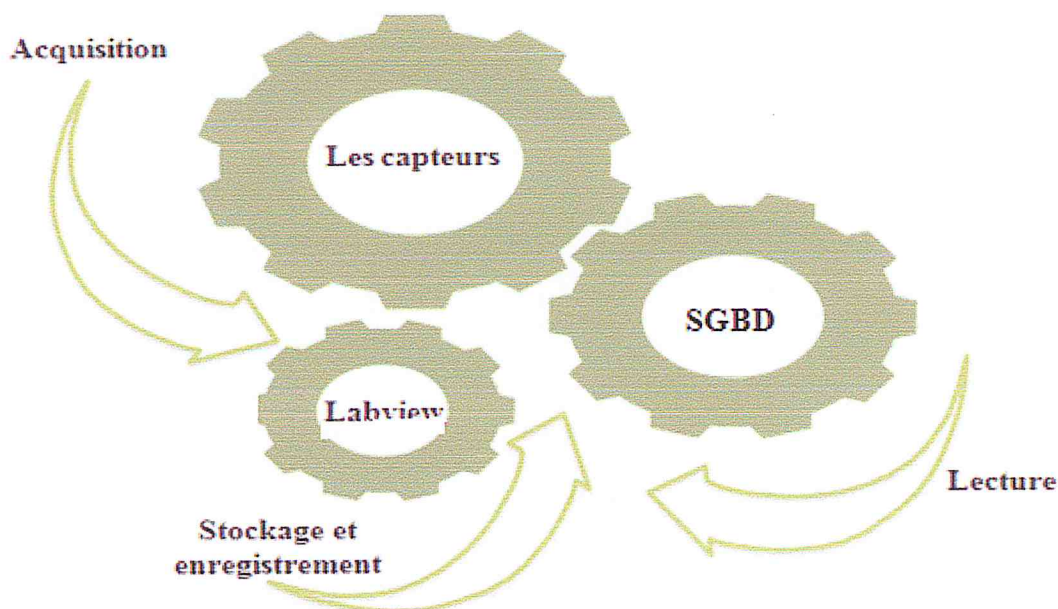
### 3.3.5 Collecte et stockage des données de capteurs sous une base de données

Pour le cycle d'enregistrement des valeurs de température et humidité, il existe trois modules essentiels :

- 1- **Les capteurs** : qui détectent la température et l'humidité dans la salle de traitement.
- 2- **Le labview** : le logiciel labview, nous permettant la réception de ces données sur la température et humidité passant par l'étape de décryptage.
- 3- Enfin, pour faire le stockage et l'enregistrement de ces données, on a besoin d'un SGBD.

Donc, on peut faire l'enregistrement de ces données dans la base de données en temps réel, en plus, on peut faire la lecture de ces données, soit sur notre base de données, soit on peut les récupérer et les afficher sur la plateforme.

Voici la Figure suivante qui résume ça :



**Figure 8: L'enregistrement, la visualisation et la récupération des données à partir du MYSQL et LabVIEW**



Dans la conception de notre plateforme qui consiste sur l'enregistrement de données en temps réel, on a proposé deux solutions, la première est une solution logicielle et la deuxième est une solution hardware (purement électronique) en temps réel bien sure.

### 3.3.6. L'architecture de la solution proposée « Solution électronique vs. Solution logicielle »

Pour les deux solutions proposés, on a utilisé la même base de donnée qui s'appel CPMC.

Notre base de données s'appelles CPMC est conçue sous MYSQL, elle contient 10 tables (voir annexe 2). Mais on a juste travaillé avec une seule table **Info** pour l'enregistrement des données collecté sur la plateforme.

- **Table info** : Pour cette table, on a un enregistrement par jour à la fin de la journée qui ce fait aussi d'enregistrement sure l'interface Labview en temps réel(les valeurs de températures, humidité, nombre de patient, pression d'eau, consigne de chef de service, les rapports de traitement, la date d'enregistrement, les salles de traitement.

#### i. Solution logicielle (software)

##### ➤ Avantages

- La solution logicielle est facile à déployer (ne requis pas des Toolkits).
- L'installation logicielle est facile par rapport à la solution physique, puisque cette dernière nécessite l'installation de chaque Toolkit et chaque Palette pour l'utilisation dans le Labview.
- Le cout maintenance logicielle est 10% inferieur que le cout du hardware (implémentation physique).

La mise en place d'un logiciel est plus facile à réaliser sur le module d'électronique.

##### ➤ Inconvénients

- La solution logicielle nécessite des personnes puissantes et spécialistes dans l'informatique.
- Le temps de réponse est plus long par rapport à la solution électronique (évitemment de bogues des logicielles).
- Des milliers d'instructions en PHP, cela rend se difficile de trouver et corriger les erreurs.



**ii. Solution hardware****➤ Avantages de la solution physique**

- Moins de code (c'est-à-dire on peut facilement trouver les erreurs).
- Requié un acteur simple et pas une personne qualifié et spécialiste dans la programmation ; par exemple : en informatique.
- Gagne du temps, tel que l'enregistrement de tous les signaux de capteurs ainsi que les rapports de traitement et les consignes de chef de service sera stocké dans la base de données en temps réel facilement (ni instruction PHP avec Labview , ni rien du tout juste code Labview pur).

**➤ Le cout**

Le projet de la plateforme de contrôle pour le service de la radiothérapie ne requis pas beaucoup de budget il suffit d'avoir des moyens informatiques à faible cout.

**➤ Inconvénients**

- Le cout des Toolkits est très cher.
- La précaution d'emplois de cette solution avec les composants électroniques est très couteuse.
- La solution physique est très gigantesque et qui demande un cout supplémentaire du Toolkit (Achat et installation).
- La maintenance nécessite un électronicien spécialiste dans le labview.
- Tous les documents de maintenance sur les labview n'est pas gratuit (très couteuse).
- Problème de compatibilité qui se pose par les composants électroniques et entre les différents OS.

**➤ Outils et Matériels utilisés**

- Deux (2) Capteurs de température et d'humidité (MS6503), (salle 69).
- Logiciel LABVIEW version 11.0 (année 2003), (salle 69).
- Poste de soudure, (salle 69).
- Réseau de PC, (salle 69).

Pour chaque salle de traitement il y'a une plateforme qui permet au chef service de visualiser sur l'écran:

- La liste des problèmes intervenants dans le service CPMC en temps réel (consignes de chef de service ainsi que les rapports de traitement).
- Les types des anomalies.
- Le nombre de patients par machine et par jour.
- La durée d'activation du matériel par jour (chronomètre).
- Les valeurs des capteurs de température et d'humidité.

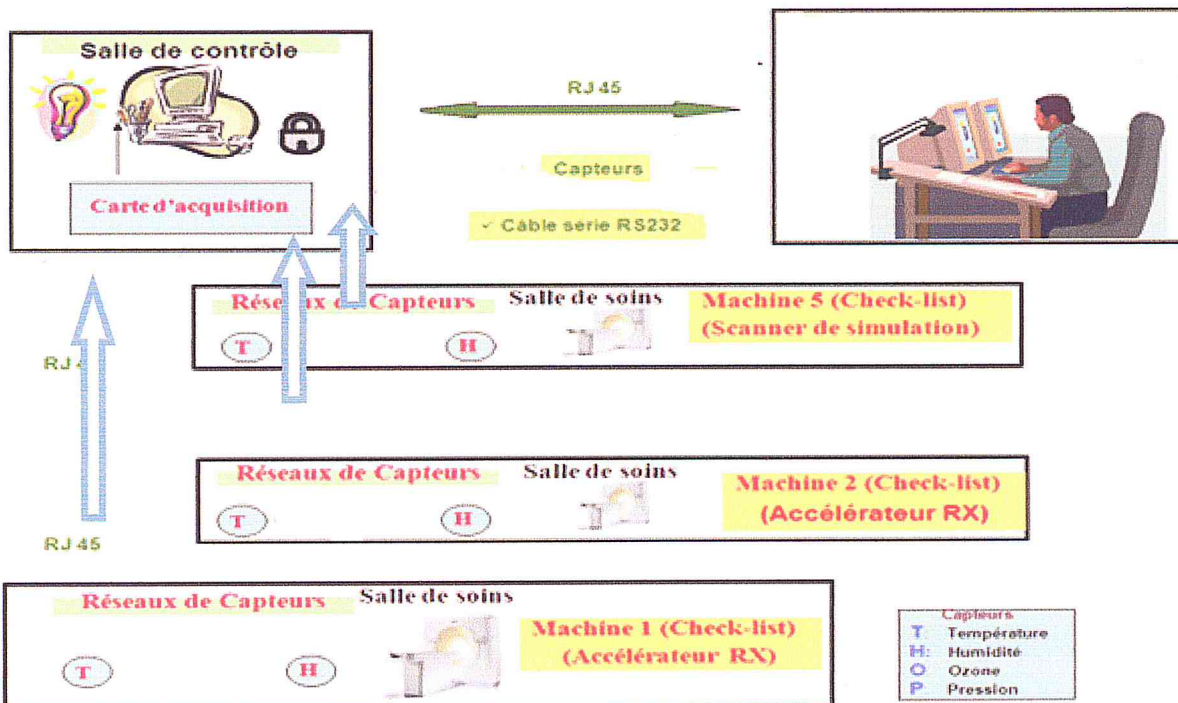


Figure 9: L'architecture de déroulement de la plateforme de contrôle

Lorsque la plateforme détecte les signes (de température et d'humidité), qui ne se présentent plus correctement, elle doit générer une alarme pour alerter la personne qui fait le contrôle de cette plateforme en temps réel.

Par rapport aux objectifs assignés à notre travail, nous avons proposé en plus, une architecture du système expert avec un protocole SMTP. Cette architecture enrichit l'existence de la plateforme.

Ce système intelligent fait le traitement des informations détectées par la plateforme, afin de détecter d'éventuelle déviation par rapport au comportement normal avec une proposition de solution. En outre, nous avons développés un système expert d'aide au traitement de détection d'anomalies utilisant une technique de probabilités.

### 3.4. Description du système expert

La thématique est multidisciplinaire (médicale, Instrumentation médicale, physique médicale, électronique, informatique, etc.) avec plusieurs problématiques scientifiques. Par conséquent :

Il n'est pas possible de modéliser le problème par des formules ou des outils mathématiques.

On fait alors la détection des anomalies en utilisant l'intelligence artificielle (les systèmes experts) qui permettra d'assurer une assurance qualité en radiothérapie.

En effet, un système expert doit faire le traitement sur les anomalies que nous pouvons détecter (69 des anomalies) en utilisant un moteur d'inférence à base de règles probabilistes subjectives (expertise ou expérience acquises) et objectives et on prend en compte les aspects de « protocoles machines » et « données du réseau de capteurs » de l'application médicale ainsi que la plateforme de contrôle (environnement de travail et des machines). On prend en compte aussi, la procédure du manipulateurs sur le code verrouillage.

On résume tous ça dans la Figure suivante :

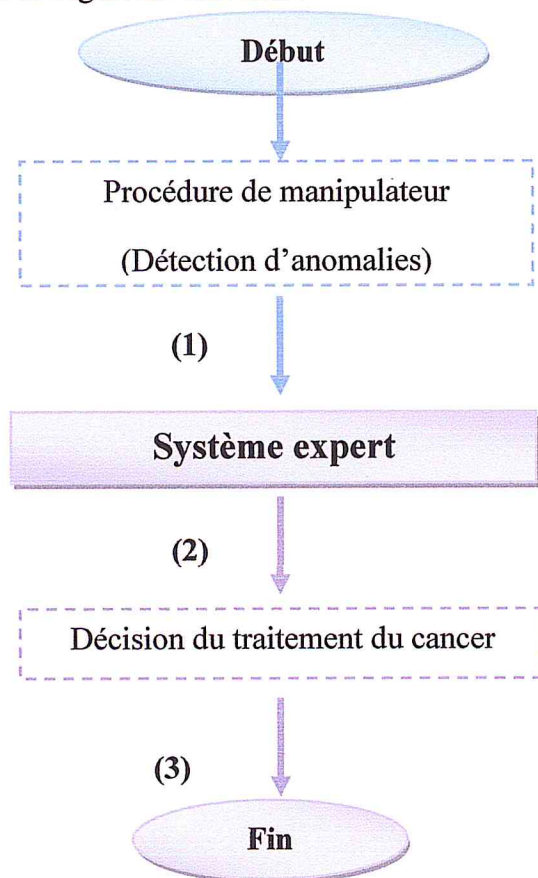


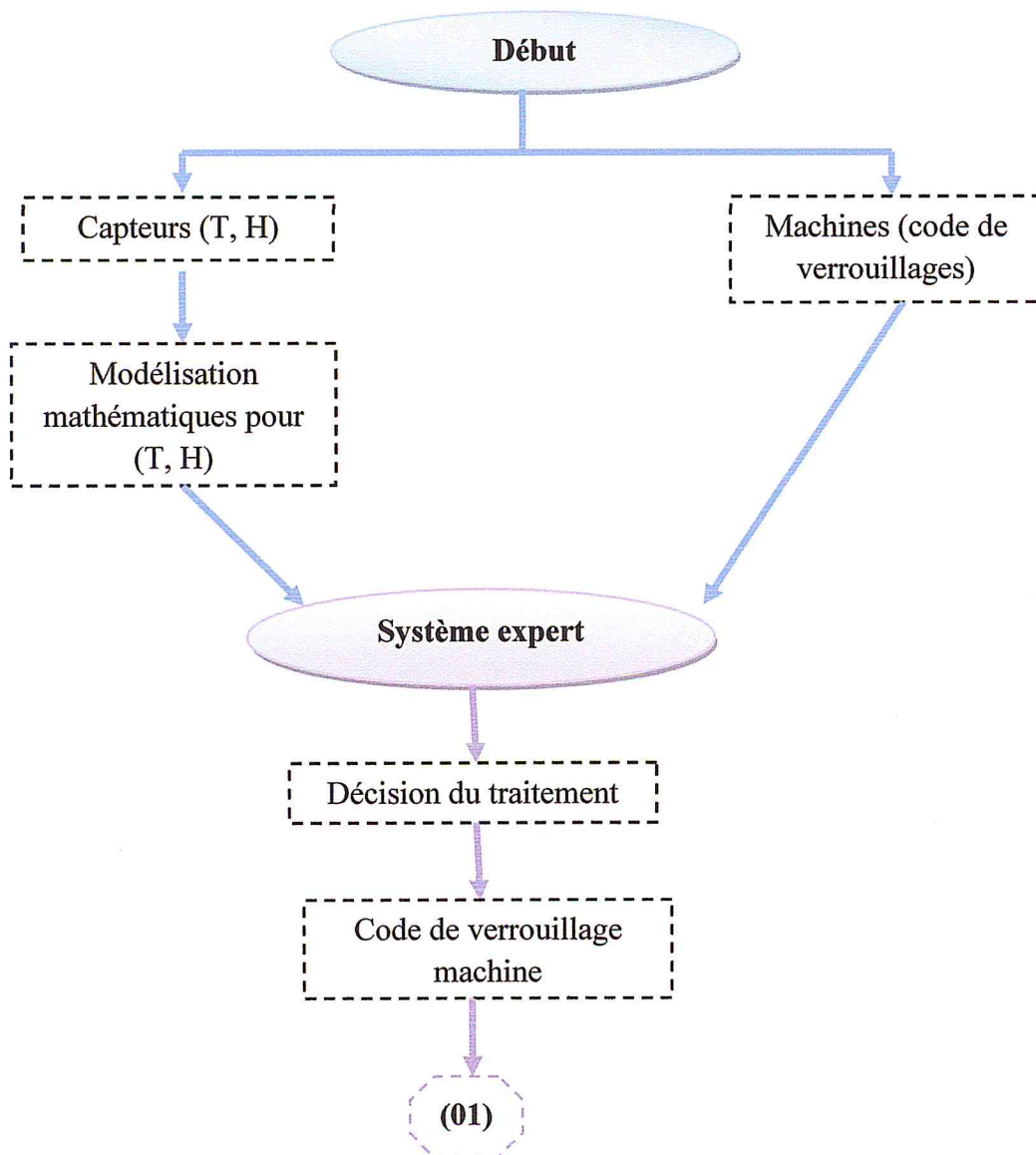
Figure 10: Introduire le système expert dans la plateforme médicale

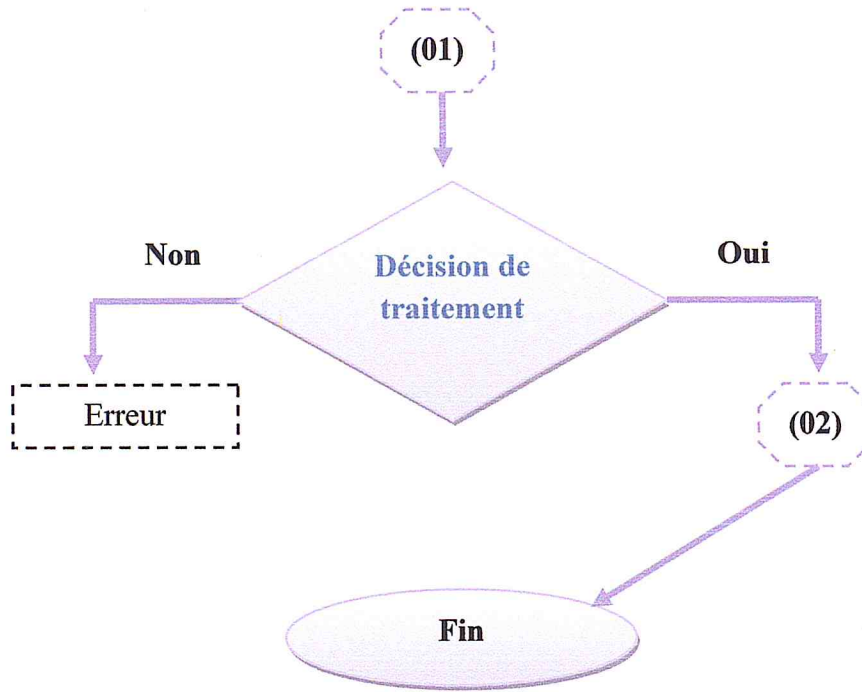


- (1) : Les anomalies détectées par la plateforme et le manipulateur transmettent au système expert.
- (2) : Le système expert fait l'analyse de ces anomalies à l'aide des règles bien définies.
- (3) : Le système expert fait la décision du traitement de ces anomalies ou pas.

### 3.4.1. La solution proposée sur le système expert

L'architecture proposée sur le système expert est définie dans la Figure suivante, tel que, on implémenté les règles probabilistes par Matlab et nous avons les interfacé avec Java puis on a mis les résultats finale à laide d'un protocole SMTP ; qui permettra l'envoi de la décision du traitement par mail. **Début**





**Figure 11: Organigramme général de la solution proposée**

La décision finale de traitement se fait à l'aide des codes de verrouillage de sécurité, qui sont des règles bien définies dans le catalogue des machines dans les salles de traitement (voir annexe 4). On a les implémenté dans notre système expert alors la décision de traitement maintenant est automatique sans avoir à consulter le catalogue (dans certains cas graves, on ne peut pas appliquer le traitement et on est obligé d'arrêter tous les actes dans la salle de traitement, tel que les machines pour régler le problème, afin de continuer d'établir le traitement dans les salles de radiothérapie).

### 3.4.2. La base de règles (ces règles ont été fournies par A.ALLAM)

Établissement des règles sans tenir compte du calcul des probabilités.

#### ➤ Règles liés aux capteurs (Valables pour les trois salles de traitement).

##### Température:

- Si  $[20^\circ < T < 25^\circ]$ : plage de traitement, nous pouvons traiter le patient. Toutefois, il convient de résoudre le problème de la température. Si le problème n'est pas résolu, alors arrêter le traitement des malades.
- Si  $[T > 30^\circ]$  : arrêter la machine et le traitement.

##### Humidité:

- Si [40 Rh <H <60 Rh] : plage de traitement sinon anomalies mais on peut traiter le malade. Néanmoins, il faut résoudre le problème de l'humidité. Si problème non résolu arrêter le traitement des malades

Ces dernières conditions pour la température et l'humidité sont valable aussi pour la salle de simulation. (Valable pour la chambre d'UPS).

- **Température:**

- Si [T > 22 °]: anomalie, problème des onduleurs. Il faut résoudre le problème mais on peut traiter le malade.
- Si [T > 25 °] : arrêter le traitement des malades. Réparer les onduleurs.

- **Des règles liées aux machines**

Il y'a 68 anomalies au maximum qui peuvent être détectée par la machine de traitement. Certaines machines en ont moins. Le nombre de combinaison d'anomalies est très élevé mais en pratique il est assez limité (seulement 10 règles).

Exemple qu'on peut prendre :

A: Signifie anomalies.

- Si A1, A5, A54 (opération et), puis résoudre le problème alors résoudre le problème tout en n'arrêtant pas le traitement.
- Si A2, A8, A40 (opération et), alors résoudre le problème tout en n'arrêtant pas le traitement.
- Si pas d'anomalies constatées on traite.
- Si des anomalies A2, A8 on traite.
- Si des anomalies A60, A59, A12, alors aucun traitement (voir annexe 4).

- **Les règles liées à Check-list (Cas du Check-list sont des anomalies détectés par l'application médicale).**

Le manipulateur de la machine de traitement doit quotidiennement signer électroniquement que cette opération est faite. Sinon il y'a une anomalie grave et on ne doit pas traiter dans ce cas le malade.

Exemple qu'on peut prendre :

- ❖ Si Check-list machine fait sans anomalies constatées → on traite le malade (1).



- ❖ Si Check-list machine fait avec anomalies constatées non grave (liste à établir pour ces cas) → on traite le malade (2).
- ❖ Si Check-list machine fait avec anomalies constatées grave (liste à établir pour ces cas) → on ne traite pas le malade.
- ❖ Check-list machine non effectué → Pas de traitement.

➤ **Remarque**

La check-list de la machine se fait au démarrage de la machine tous les jours une fois. Dans le cas ou la check-list est favorable pour le traitement (cas (1) et (2) on entame le traitement du malade. En cours de traitement (de 7 heure du matin jusqu'à 22 heures du soir) des anomalies peuvent survenir et il faut dans ce cas appliquer les règles énumérées ci-dessus :

1. Règles liés aux capteurs.
2. Règles liés aux machines.
3. Check-list.
- 4.

**3.4.3. Le calcul des probabilités pour l'anomalie A**

Nous avons utilisé des formules mathématiques, pour le calcul des probabilités présenté comme suit (implémenté par Mr.ALLAM) :

On a deux types d'anomalies nommées A et B. L'anomalie A peut être modélisée par une fonction de distribution de type probabilistes P(A).

L'anomalie A concerne l'environnement de la machine avec T(température), et l'humidité dans la salle de traitement. L'anomalie A s'écrit :

$$A = (A \cap T) \cup (A \cap H) \dots\dots\dots(1).$$

$$P(A) = P(A \cap T) + P(A \cap H) \dots\dots\dots(2).$$

$$P(A) = P(A/T) * P(T) + P(A/H) * P(H) \dots\dots\dots(3).$$

$$P(T_i) = \frac{1}{\delta t \sqrt{2\pi}} e^{- (T_i - \mu t) / 2 \sigma^2} \dots\dots\dots(4).$$

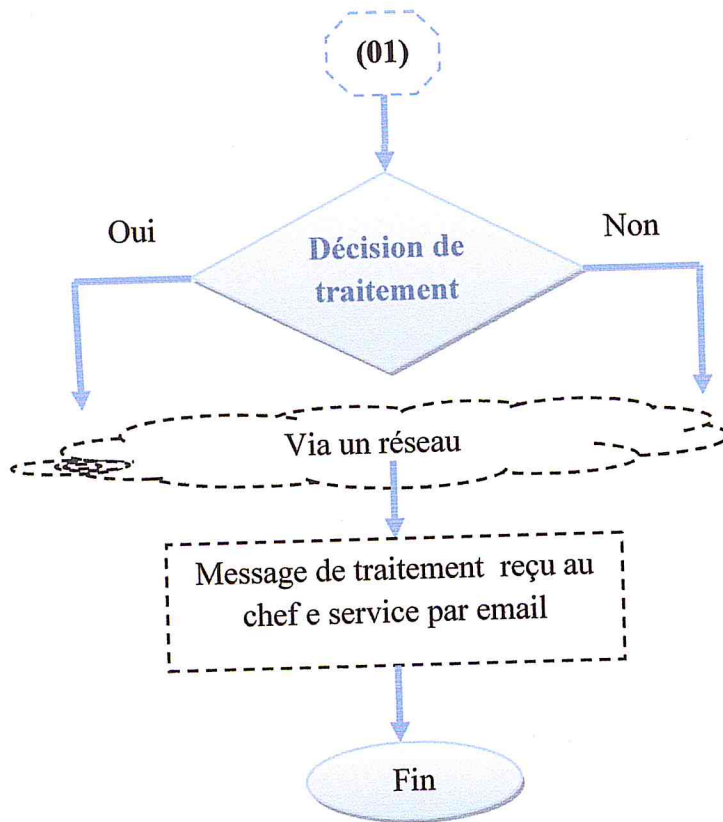
$$P(H_i) = \frac{1}{\delta h \sqrt{2\pi}} e^{- (H_i - \mu h) / 2 \sigma^2} \dots\dots\dots(5).$$

$$P(A) = P(A/T_i) \frac{1}{\delta t \sqrt{2\pi}} e^{- (T_i - \mu t) / 2 \sigma^2} + P(A/H_i) \frac{1}{\delta h \sqrt{2\pi}} e^{- (h_i - \mu h) / 2 \sigma^2} \dots\dots(6).$$

$$P(A/T_i) \cong \frac{\#<A,T_i>}{\#T_i}, \frac{\#<A,H_i>}{\#H_i} \dots\dots\dots(7).$$

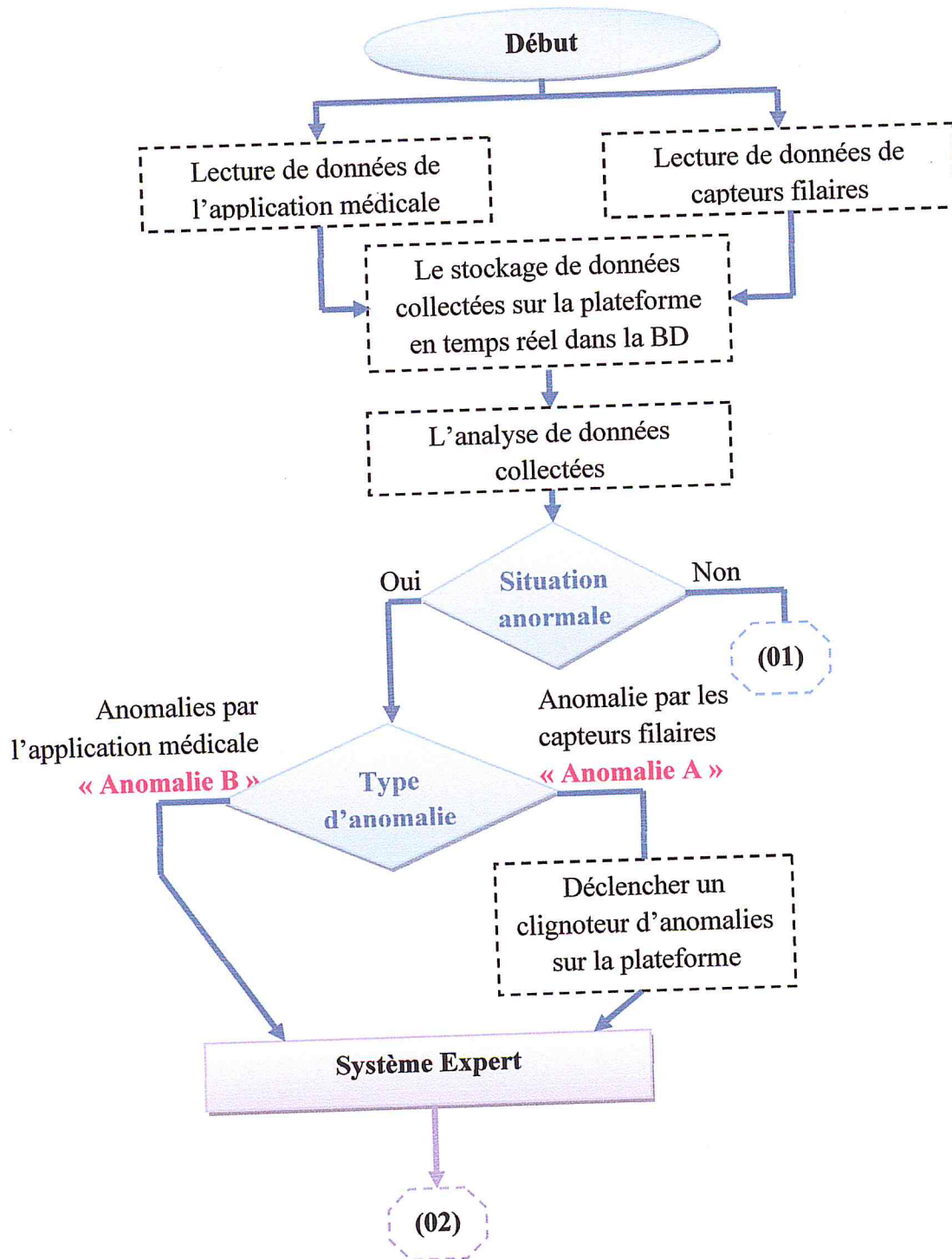
### 3.4.4. Résultat finale du système expert

Le resultat finale de la deision du système expert est affiché sur ntre système comme des messages, par la suite ces messages sont transmit automatiquement au chef de service au format d'un email dans son compte GMail via un reseau. La Figureure suivante illustre de raisonnement :



**Figure 12: Le cycle du résultat final du système expert**

La Figureure suivante, resume tout acte sur nos projet depuis la collecte de donnees jusqu'à le rendement et la tarnasmision de la decision du traitement :





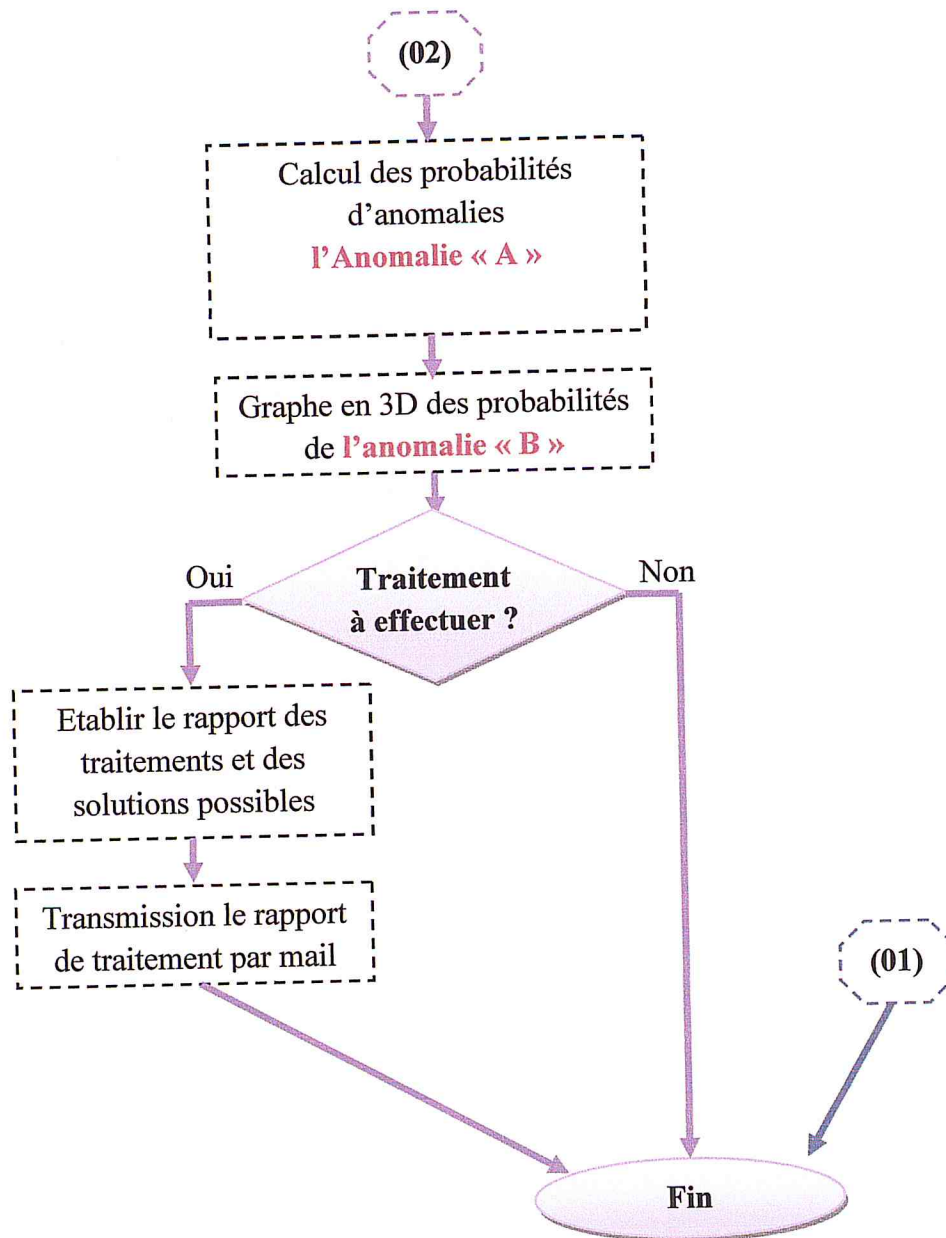


Figure 13: Le cycle de développement de la plateforme jusqu'à la fin du résultat transmit

### 3.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception architecturale de la solution proposée par rapport à la plateforme de contrôle. Cette dernière, est une plateforme de surveillance d'anomalies utilisée dans le service de la radiothérapie, afin d'intervenir lors de l'apparition de toute anomalie au sein des salles de traitements .On a géré ces anomalies détecté par un système expert, afin de les analyses et d'extraire les bonnes décisions à prendre

et ceci après avoir élaboré un ensemble de règles d'inférences confirmées par les experts du domaine. Le chapitre suivant concernera la réalisation et la mise en place de ces différentes composantes de notre plateforme.

## **Chapitre 4 : Réalisation, Test et Validation**



## 4.1. Introduction

Après avoir détaillé dans le chapitre précédent comportant l'architecture conceptuelle de notre plateforme dotée du système expert, nous développons dans ce chapitre la phase d'implémentation, de test et de validation de notre système expert de surveillance et de détection d'anomalies au sein des salles de radiothérapies.

Afin de pouvoir accomplir tout projet, il est nécessaire de réaliser un système répondant à tous les besoins afin de satisfaire l'utilisateur. Ce chapitre porte sur l'implémentation de la plateforme de contrôle du service de la radiothérapie.

La réalisation de ce projet a nécessité certains outils pour la programmation de la plateforme et une certaine connaissance du langage de programmation avec lequel la plateforme a été programmée ainsi que les outils qui ont été utilisés.

Au cours de ce chapitre, nous allons voir aussi les différentes étapes d'implémentation de notre outil qui devra assurer un meilleur suivi de fonctionnement et confort de travail pour l'utilisateur.

Ce chapitre est constitué de trois phases. La première phase, nous présentons les travaux fait par le groupe des ingénieurs au sein du CDTA concernant ; la modélisation de réseau de capteur, l'acquisition des données de température fournies par les capteurs et la façon de décrypter par les réseaux de neurones Perceptron multicouche (MLP). Puis, dans la deuxième phase, on présente notre solution proposé sur l'implémentation de cette plateforme de contrôle avec deux solution électronique et logicielle sur le stockage des signaux des capteurs dans la base de données MYSQL et la visualisation de ces données des capteurs en utilisant le SGBD MYSQL et LABVIEW. Enfin, dans la troisième phase, nous présentons le dernier module de notre outil qui est le système expert utilisant un moteur d'inférence à base de règles probabilistes subjectives (expertise ou expérience acquises) et objectives ou fondée sur la logique floue pour prendre en compte les aspects « protocoles machines » et « données du réseau de capteurs » de l'application (environnement de travail et des machines), qui guidera les médecins et les manipulateurs pendant la phase de traitement du cancer par radiothérapie.

## 4.2. Outils de développement utilisés

Le développement logiciel est une activité dont l'importance ne cesse de croître. Cela est dû au déploiement général de l'informatique. Dans beaucoup de domaines, le processus de développement joue un rôle critique dans le temps de mise sur le marché d'un logiciel. En effet, l'implémentation décrit précisément la façon dont l'application sera paramétrée afin de répondre aux besoins fonctionnels de l'entreprise.

Toute implémentation nécessite un ensemble d'outils de développement et de langage de programmation. Afin de mener à bien la réalisation de notre outil, nous avons utilisé le langage de programmation LABVIEW (version 11.0), qui nous a permis de mettre en œuvre toutes les fonctionnalités de la plateforme qui communique avec la base de données sachant que cette dernière est nommée CPMC qui a été créée avec l'outil PHPMyAdmin et ses données sont générées à partir de serveur, tel que le serveur principal est configuré avec le serveur web APACHE, le langage PHP et la base de données MySQL.

Les fonctionnalités de notre plateforme ont été développées en utilisant LABVIEW, qui est un environnement de développement graphique qui permet de créer des applications modulaires (notion de sous VI) et extensibles, par la conception d'application, de mesure, de contrôle et de test.

### 4.2.1. Labview

Le LABVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) est un langage de programmation dédié au contrôle d'instruments et l'analyse de données. Contrairement à la nature séquentielle des langages textuels, le LabView est basé sur un environnement de programmation graphique utilisant la notion de flot de données pour ordonnancer les opérations [19].

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

Le Labview inclut des outils pour l'analyse et le traitement des données. La bibliothèque d'analyse étendue contient les fonctions pour la génération et le traitement de signaux (convolution, transformé de fourrier), traitement d'images (détection de contours, manipulation des pixels), mathématiques (les statistiques, la régression, l'algèbre linéaire et l'arithmétique matricielle) [19].



Le LABVIEW intègre un grand nombre d'éléments de présentation tels les graphes déroulants, des graphes XY, des abaques de Smith, jauges, cadrans à aiguille (voir annexe 1).

Les programmes Labview s'appellent des *Instruments Virtuels* (VIs).

#### 4.2.2. Le Toolkit Labview Database Connectivity

Il existe plusieurs logiciels supplémentaires pour développer des applications spécialisées. Tous les **toolkits** intègrent parfaitement dans Labview.

**Database Connectivity** est un toolkit qui permet aux programmes Labview de communiquer avec une base de données, ce Toolkit est utilisés pour obtenir les informations générales sur la base de données. On peut également consulter et régler les différents paramètres de connexion pour la base de données comme la chaine de liaison et le délai de connexion. Et aussi on peut stocker des enregistrements de dépôt et remplacement-les dans de Labview dans un fichier (voir annexe 2) [19].

Il est fourni avec un outil permettant d'effectuer un test de connexion rapide à n'importe quelle base de données.

Le **Toolkit Labview Database Connectivity** est utilisé pour effectuer les tâches suivantes [19] :

- Insérer et sélectionner des données dans les bases de données.
- Créer et supprimer des tables de la base de données.
- Dresser la liste des tables et des colonnes dans une base de données.
- Accepter ou rejeter plusieurs opérations d'une base de données ou des transactions, en fonction de critères définis par l'utilisateur.
- Exécuter paramétré ou la langue des déclarations Structured Query immédiats (SQL).
- Exécuter des procédures stockées dans une base de données.
- Sélectionnez les informations dans une base de données et l'enregistrer dans un fichier au format XML. ;



### 4.2.3. WampServer

**WampServer** est une plate-forme de développement Web sous Windows. Il permet de développer des applications Web dynamiques à l'aide du serveur Apache2, du langage de scripts PHP et d'une base de données MySQL. Il possède également **PHPMysqlAdmin** pour gérer plus facilement les bases de données. Contrairement aux autres solutions, **WampServer** permet de reproduire fidèlement un serveur de production. Une fois la base installée, il est possible d'ajouter autant de versions d'Apache, MySQL et PHP que l'utilisateur souhaite [19].

### 4.2.4. Matlab

**MATLAB** (« matrix laboratory ») est un langage de programmation de quatrième génération, émulé par un environnement de développement du même nom ; il est utilisé à des fins de calcul numérique. Développé par la société The MathWorks, **MATLAB** permet de manipuler des matrices, d'afficher des courbes et des données, de mettre en œuvre des algorithmes, de créer des interfaces utilisateurs, et peut s'interfacer avec d'autres langages comme le C, C++, Java, et Fortran. Les utilisateurs de **MATLAB** (environ un million en 2004) sont de milieux très différents comme l'ingénierie, les sciences et l'économie dans un contexte aussi bien industriel que pour la recherche [19].

### 4.2.5. NetBeans

**NetBeans** est un environnement de développement intégré (EDI), placé par Sun en juin 2000 sous licence CDDL et GPLv2 (Common Development and Distribution License). En plus de Java, **NetBeans** permet également de supporter différents autres langages. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi-langage, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages Web) [19].

Conçu en Java, **NetBeans** est disponible sous Windows, Linux. Il constitue par ailleurs une plate forme qui permet le développement d'applications spécifiques (bibliothèque Swing (Java)).

### 4.2.6. Le capteur de température et d'humidité

Cet outil est un environnement numérique qui est basé sur un capteur à semi-conducteur et de la caractéristique d'un polymère capacitif. C'est une performance professionnelle avec grand écran LCD. Cet instrument est interfacé, via un logiciel afin que on peut enregistrer une

Conçu en Java, NetBeans est disponible sous Windows, Linux. Il constitue par ailleurs une plate forme qui permet le développement d'applications spécifiques (bibliothèque Swing (Java)).

#### 4.2.7. Le capteur de température et d'humidité

Cet outil est un environnement numérique qui est basé sur un capteur à semi-conducteur et de la caractéristique d'un polymère capacitif. C'est une performance professionnelle avec grand écran LCD. Cet instrument est interfacé, via un logiciel afin que on peut enregistrer une grande quantité de données avec le traitement ultérieur.il est équipé du "HOLD" et aussi il permet d'identifier les valeurs MAX / MIN [21].

Pendant le fonctionnement il y'a une possibilité de changer l'unité de mesure chaud, cet appareil est équipé de mise hors tension automatique (Auto Off) et d'indicateur de batterie [21].

### 4.3. La mise en place de la plateforme de contrôle

La mise en place de notre plateforme de contrôle porte sur deux implémentations, la première implémentation est software et la deuxième est hardware.

#### 4.3.1. L'implémentation électronique vs. L'implémentation logicielle

Pour les deux solutions proposés, on a utilisé la même base de donnée qui s'appel CPMC.

##### ➤ La mise en œuvre de la solution logicielle proposée (software)

Dans la solution logicielle, on a proposé la combinaison entre le Labview et PHP au même temps.

Au premier lieu, Il faut écrire un code PHP, qui contient le codage d'entrée et la requête d'insertion et de récupération de ces données (de température, humidité, les consignes du chef de service et les rapports de traitement).

Par la suite, on rentre dans le chemin où on a installé le Wamp : **disque local C : << programme files << wamp << www**. Ici on trouve le travail (le codage) qu'on a fait.

Dans la partie labview, on est obligé de mettre le chemin pour interagir la partie PHP avec le Labview ; afin qu'on puisse envoyer et récupérer les données avec la base de données (voir annexe 3).



Tel que l'enregistrement de toutes les données sera stocké dans la base de données CPMC dans la table **info** en temps réel.

➤ **La mise en œuvre de l'implémentation physique (hardware)**

Pour chaque salle de traitement il y a une plateforme qui permet au chef service de visualiser sur l'écran:

- La liste des problèmes intervenants dans le service CPMC en temps réel (consignes de chef de service ainsi que les rapports de traitement).
- Les types des anomalies.
- Le nombre de patients par machine et par jour.
- La durée d'activation du matériel par jour (chronomètre).
- Les valeurs des capteurs de température et d'humidité.

Pour pouvoir accéder à la base de données, il faut ouvrir la connexion mais avant on utilise un contrôle pour spécifier le chemin du fichier UDL à l'entrée du VI DB Tools ouverture connexion (connexion information, appelé aussi le **Path**. Voir Annexe 2).

Une fois la connexion est réussie avec la base de données CPMC, on utilise le VI pour sélectionner une des tables.

➤ **L'enregistrement des données de capteurs, les consignes de chef de service et les rapports de traitement dans la table info**

Cette partie programme enregistre les données des capteurs dans la table **info** en temps réel. Pour chaque salle il y a cinq informations qu'on doit stocker périodiquement à fonction du besoin de l'hôpital. Ces informations seront utiles on cas où la machine tombe en panne, pour savoir si le problème ne vient pas de la température ou l'humidité.

À fin d'enregistrer dans la table **info** en temps réel, on a utilisé une boucle **while** avec un **timer**, pour régler le temps d'enregistrement chaque seconde. On a utilisé le VI insert pour enregistrer les consignes de chef de service et le rapport de traitement, ainsi que l'heure et la date d'enregistrement et les anomalies de chaque machine en temps réel (voir annexe 3).



➤ La visualisation de données des capteurs en utilisant le SGBD MYSQL et LABVIEW

Après l'étape de l'enregistrement des signaux de température, d'humidité, les consignes de chef de service et les rapports de traitement dans la base de donnée CPMC en temps réel, on peut les récupérer et les affichés sur la plateforme en temps réel et ça nous aidons dans la troisième phase qui concerne le système expert (voir annexe 3).

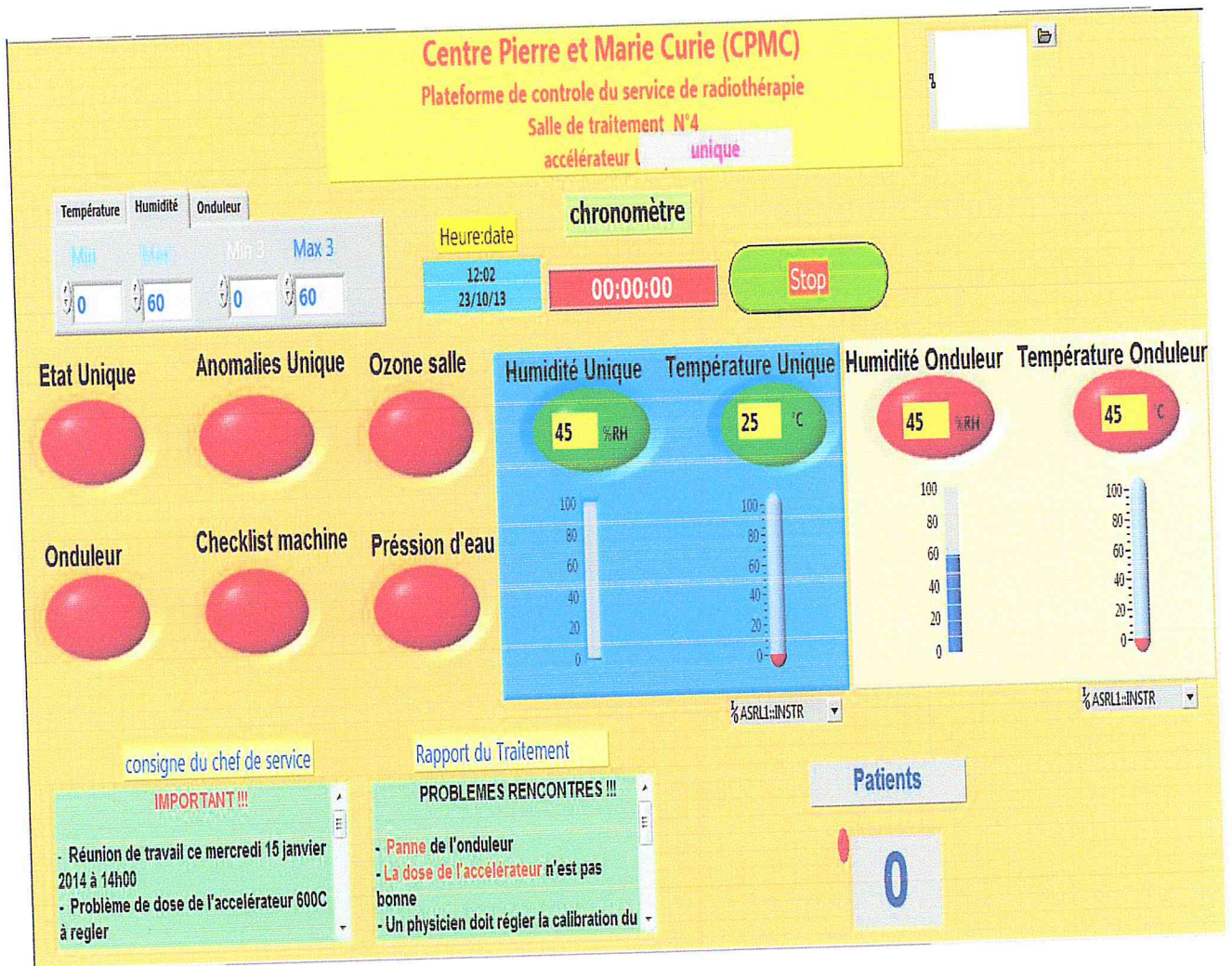


Figure 14: La mise en place de la plateforme de détection d'anomalies dans le service radiothérapie CPMC

➤ **Comparaison entre l'implémentation logicielle et électronique**

La solution logicielle (informatique) comporte plusieurs avantages comme elle est facile aussi à mettre en place par rapport la solution hardware (électronique); qui nécessite beaucoup de composants électroniques avec un coût de revient très cher et une maintenance importante sans parler de leur utilisation qui n'est pas facile. Malgré les avantages apportées par la solution logicielle proposée, nous avons gardé la deuxième solution qui comporte la mise en place d'un **Toolkit** afin de répondre aux exigences du client (le CDTA).

#### **4.4. La mise en place du système expert**

Dans la vie courante, nous sommes souvent confrontés à des problèmes déjà vécus et qui ont probablement des solutions similaires. Le raisonnement à partir de cas copie ce comportement humain, c'est un paradigme de résolution de problèmes basé sur les expériences passées. Le raisonnement à partir de cas se révèle alors une précieuse technique pour la mise en œuvre de différentes tâches impliquant les systèmes d'aide à la décision ainsi que la résolution des problèmes de planification. Au cours de leur pratique, les praticiens utilisent non seulement leurs connaissances théoriques mais également leur expérience acquise. A cet effet, il convient d'exploiter le raisonnement basé sur les cas pour l'aide à la détection d'anomalies médicale.

On a deux types d'anomalies nommées « A » et « B » comme on vu précédemment (voir annexe 4).

Alors, le système experts va faire la combinaison de ces deux anomalies afin d'éteindre un résultat finale, pour affecter ou pas le traitement dans la salle de traitement.

##### **4.4.1. Test de calculs**

Nous avons fait l'implémentation les formules mathématiques dans le Matlab, pour obtenir les calculs de probabilités de température et d'humidité. Nous avons obtenu le tableau suivant comme un jeu d'essai :



$x_i$	N	Ti	Hi	PTi	PHi	FA
x =						
1.0000	21.0000	48.6000	2.2655	0.0284	0.0620	
2.0000	21.4000	48.8000	1.1923	0.0284	0.1297	
3.0000	21.4000	48.5000	1.1923	0.0284	0.1297	
4.0000	21.5000	47.0000	1.0155	0.0286	0.1380	
5.0000	21.5000	47.3000	1.0155	0.0285	0.1380	
6.0000	21.9000	46.2000	0.5345	0.0286	0.0441	
7.0000	21.9000	46.2000	0.5345	0.0286	0.0441	
8.0000	21.9000	45.8000	0.5345	0.0286	0.0441	
9.0000	22.2000	47.1000	0.3303	0.0285	0.0275	
10.0000	22.2000	47.0000	0.3303	0.0286	0.0275	
11.0000	22.2000	46.6000	0.3303	0.0286	0.0275	
12.0000	22.3000	46.4000	0.2813	0.0286	0.0160	
13.0000	22.3000	46.5000	0.2813	0.0286	0.0160	
14.0000	22.7000	46.1000	0.1480	0.0286	0.0168	
15.0000	22.7000	46.0000	0.1480	0.0286	0.0168	
16.0000	22.7000	46.0000	0.1480	0.0286	0.0168	
17.0000	22.7000	46.1000	0.1480	0.0286	0.0168	
18.0000	20.5000	77.5000	5.0539	0.0266	0.2739	
19.0000	20.5000	77.2000	5.0539	0.0266	0.2739	
20.0000	20.7000	77.2000	3.6664	0.0266	0.0998	
21.0000	20.9000	77.2000	2.6599	0.0266	0.0726	
22.0000	21.6000	75.7000	0.8650	0.0267	0.0241	
23.0000	21.5000	75.8000	1.0155	0.0267	0.1380	

Figure 15: Test de calculs des probabilités des anomalies

Nous avons dessinées ces résultats avec une présentation en 3D dans notre interface comme suit :



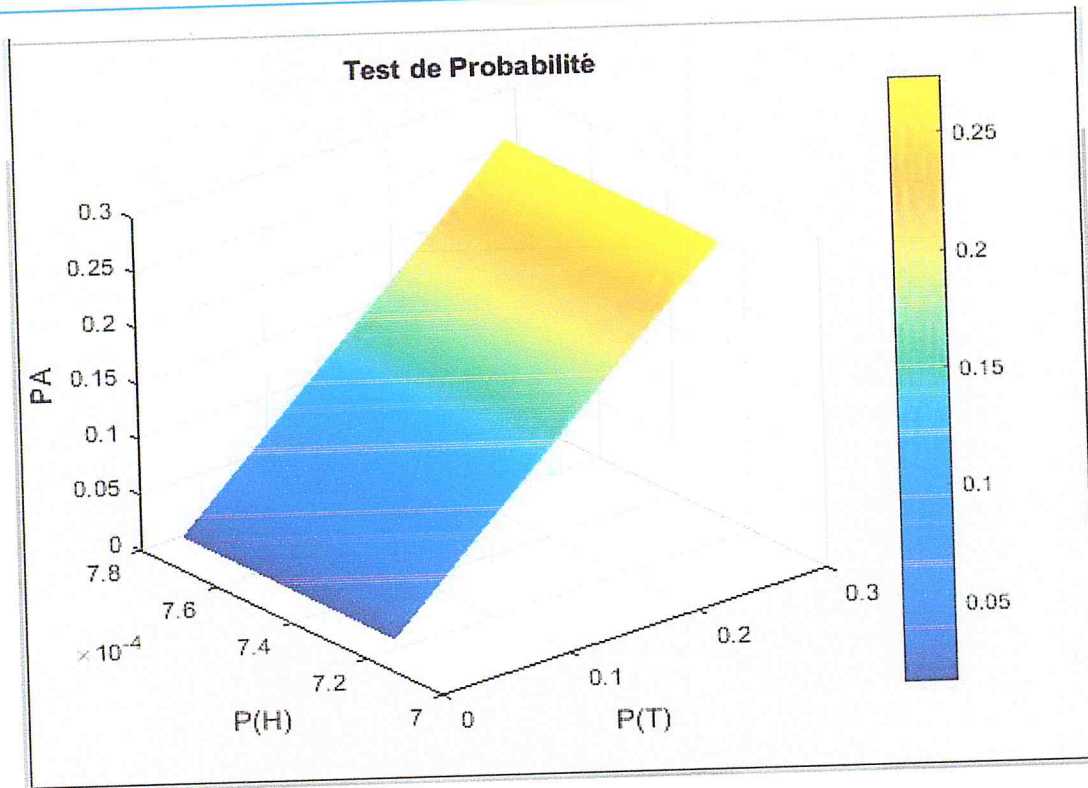


Figure 16: Représentation graphique de test de probabilité en 3D

Une fois on a les calculs probabilistes ainsi que les données collecté de manipulateurs sur l'anomalie (B), le système expert va faire une prise de décisions pour le traitement, à l'aides des règles bien définis (déjà annoncé au dessus), on a deux possibilités :

- Soit oui, c'est-à-dire; il ya de traitement dans la salle de traitement et le malade peut entrer a la salle.
- Soit non, ou il ya une erreur ou bien une anomalie qu'il faut la régler .Nous avons mis pour chaque anomalies une solution pour la régler et continuer le traitement du cancer.

Les rapports de traitement à la fin, sont transmit par mail avec un protocole de SMTP.

On verra tous ça sur les interfaces de notre application qui suivent.

#### 4.5. Les interfaces de l'application

Dans ce qui suit, nous allons présenter le fonctionnement de notre système expert à travers ses différentes interfaces.

### 4.5.1. Interface menu principale

C'est la première page qui apparait au manipulateur, après lequel il peut faire choisir plusieurs fonctionnalités selon les besoins.



Figure 17: La page principale (page d'accueil)

### 4.5.2. Interface d'Anomalie type « A »

Cette fenêtre concerne la recherche et la phase de test. On fait notre recherche par date, concernant la dernière valeur mesuré sur la température et l'humidité mesuré, afin de les tester si il ya une situation anormal sur ces deux valeurs ou non dans la salle de traitement.



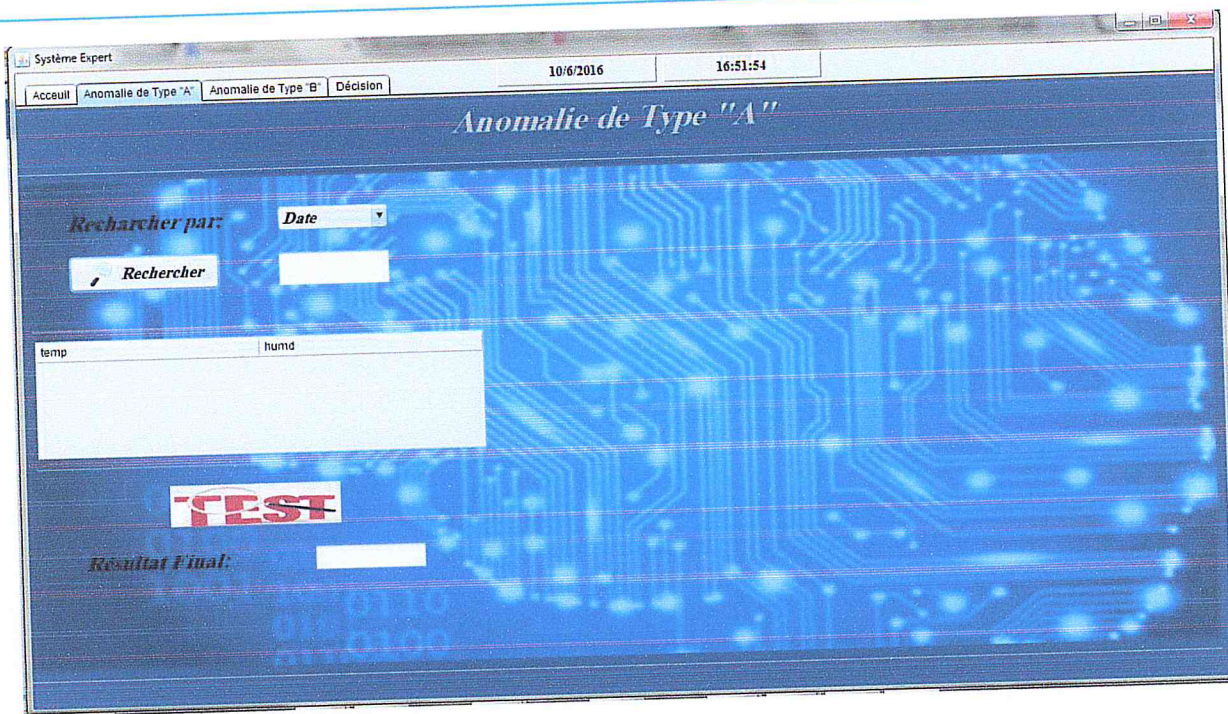


Figure 18: Anomalie type « A »

### 4.5.3. Interface d'Anomalie type « B »

Cette fenêtre concerne les codes des machines, les fonctions, les types d'anomalies, les codes d'anomalies et leurs états ainsi que la recherche et la phase de test. On fait notre recherche toujours par date, concernant la dernière valeur mesuré sur la température et l'humidité mesuré, afin de les tester si il ya une situation anormal dans la salle de traitement.

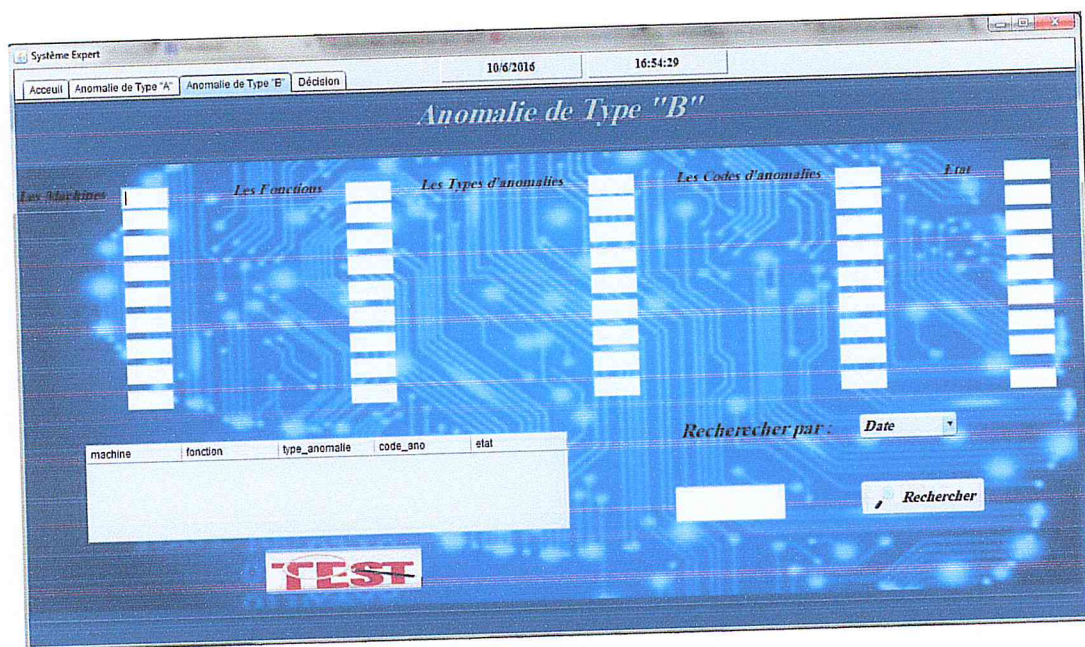


Figure 19: Anomalie type « B »



#### 4.5.4. Interface de Décision

Cette fenêtre concerne la décision finale de traitement. Il existe deux possibilités : soit il y'a une plage de traitement, où on déclare ça sur notre interface avec une proposition comment résoudre cette anomalie pour continuer le traitement. Soit tout les choses fonctionnent très bien et il n'y a pas d'anomalies. Alors le système fonctionne très bien et on continue le traitement des malades dans cette salle.

Les rapports de traitement sont envoyés via un réseau par mail au chef de service pour qu'il soit au courant.



Figure 20: Décision

#### 4.6. Conclusion

Les systèmes experts sont une des applications de l'intelligence artificielle qui ont quitté les laboratoires de recherche pour être utilisées dans le monde de l'entreprise.

De nombreux systèmes experts ont été implantés avec succès pour résoudre des problèmes concrets. On les a même accusés d'avoir provoqué le crash boursier de 1986!

Mais les grandes difficultés que l'on rencontre est lorsqu'on cherche à extraire des experts leur connaissance, puis lorsqu'on tente de formaliser ces connaissances dégagées à grand peine, ce qui est peut être signes d'une faiblesse intrinsèque des systèmes experts.

Nous avons présenté dans ce dernier chapitre les différentes phases de l'implémentation de notre plateforme de surveillance et de détection d'anomalies ainsi que notre système expert qui a comme tâche l'étude de ces anomalies détectées et la détection de son type ainsi que l'ensemble des décisions et préventions à prendre en compte à l'issue de cette anomalie rencontrée.

## **Conclusion générale**



L'objectif de ce travail consiste en la modélisation d'une plateforme des détections d'anomalies dans un service de la radiothérapie, à l'aide des capteurs de températures et des humidités filaires, dans le cadre d'un projet de recherche d'ordre socio-économique et technologiques au sien du Centre de Développement des Technologies Avancées (CDTA).

Ce travail contribue à améliorer la qualité de la santé pour le traitement du cancer.

Pour ce faire, plusieurs technologies ont été utilisées. Nous citons les études préalablement faites concernant la détection d'anomalies, la surveillance médicale et les solutions qui peuvent être utilisé pour résoudre ce problème.

De cette étude et recherche minutieuses effectuées, nous avons pu élaborer une plateforme de contrôle équipé d'un système expert essentiellement dédié à la détection d'anomalies non souhaitables au sein de service de la radiothérapie ainsi que leur traitement.

Enfin, de cette étude établie par nos soins, nous avons pu faire ressortir, à ce qui a été imaginé, une plate-forme d'appréciation qui résulte sous forme de réalité de notre travail préparatoire. Ainsi, en ce qui est des objectifs fixés au début de l'étude, nous pouvons humblement affirmer qu'ils ont été intégralement atteints avec satisfaction :

Une plateforme médicale qui assure la détection d'anomalies et le contrôle de service de la radiothérapie en temps réel, ainsi qu'un système expert développé, essentiellement dédié pour le traitement de ces anomalies détectés, en utilisant l'intelligence artificielle.

L'application est destinée aux services de radiothérapie pour le traitement du cancer.

La plateforme développée n'est pas spécifique au domaine médical, mais reste générale dans sa structure de base.

Cependant, celle-ci pourra être déployée dans le domaine industriel, agricole et environnemental pour faire la supervision et le monitoring en temps réel.

En reconFigureurant cette application selon certains besoins spécifiques, on peut par exemple faire la supervision et le contrôle en temps réel des sites pétroliers et gaziers de la société SONATRACH comme retombées possibles de ce produit.



**Références bibliographiques**

## Bibliographies

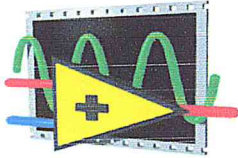
- [1] P. Ortiz López, «Outils d'évaluation des risques en radiothérapie», Ann. CIPR, vol. 41, n° 3, p. 197-207, 2012.
- [2] Artificial Intelligence for Beginners:[http://www.tutorialspoint.com/artificial\\_intelligence/artificial\\_intelligence\\_tutorial.pdf](http://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/artificial_intelligence_tutorial.pdf)
- [3] Horoshi-Ishiguro [onlinelibrary.wiley.com](http://onlinelibrary.wiley.com), 21 mai 2016.
- [4] [http://www.igcseict.info/theory/7\\_2/expert/,21](http://www.igcseict.info/theory/7_2/expert/,21) mai 2016.
- [5] O. Holmberg, «La prévention des accidents en radiothérapie», Biomed.Imaging Interv. J., vol. 3, no 2, avr. 2007.
- [6] [www.agi-paris.fr](http://www.agi-paris.fr) 21 mai 2016.
- [7] S. E. D. F. MÉDICA, «L'accident de l'accélérateur linéaire dans la Hôpital Clinico de Zaragoza », SEFM Madr., 1991.
- [8] M. Abdel-Wahab, E. Rosenblatt, O. Holmberg, et A. Meghzifene, «Sécurité en radio-oncologie: Le rôle des initiatives internationales du International Atomic Energy Agency », J. Am. Coll. Radiol., Vol. 8, n° 11, p. 789-794 2011.
- [9] M. Boadu et M. M. Rehani, «l'exposition Unintended en radiothérapie: identification des causes importantes », Radiother. Oncol., Vol. 93, n° 3, p. 609- 617 2009.
- [10] Courrier du Savoir – N°13, Avril 2012, pp.103-108, Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, 2012 Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, 2012 détection automatique de la présence d'anomalies sur une mammographie par réseau de neurones artificielles, M. BOUKHOBZA & M. MIMI, Laboratoire Signaux et Applications. Département électronique., Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem l'UABM. Algérie.
- [11] B. A. Fraass, «erreurs en radiothérapie: la motivation pour le développement de nouvelle assurance de la qualité de la radiothérapie paradigmes », Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., Vol. 71, no 1, p. S162-S165 2008
- [12] F. Grasso, A. Luchetta, S. Manetti, et M. C. Piccirilli, «Système l'identification et la modélisation basée sur une double neuronal à plusieurs valeurs modifiées réseau », Intégr analogique. Circuits Signaler Process., Vol. 78, no 1, p. 165-176, janv. 2014.
- [13] 2016 Société canadienne du cancer. Tous droits réservés. Organisme de bienfaisance enregistré : 118829803 RR 0001 [www.e-cancer.fr](http://www.e-cancer.fr)



- [14] K. Lamamra, K. Belarbi, et S. Boukhtini, «Box et Jenkins non système linéaire Modélisation utilisant RBF Neural Network conçu par NSGAI », Int. Conf. Eng contrôle. Inf. Technol. CEIT'14 Monast. Tunis., 2014.
- [15] Détection d'intrusions et diagnostic d'anomalies dans un système diversifié par comparaison de graphes de flux d'information ,Frédéric Majorczyk, Éric Totel, Ludovic Mé, Ayda Saidane , Équipe SSIR, EA 4039, Supélec, BP 81127, 35511 Cesson-Sévigné Cedex, France.
- [16] J. O. Lubenau et J. G. YuSKO, «Les matières radioactives dans recyclé métaux », Santé Phys., vol. 68, no 4, p. 440-451, 1995.
- [17] B. A. Fraass, «erreurs en radiothérapie: la motivation pour le développement de nouvelle assurance de la qualité de la radiothérapie paradigmes », Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., Vol. 71, no 1, p. S162-S165 2008.
- [18] Ministère de l'intérieur de l'outre mer et des collectivités locales, note technique : la vidéo-protection intelligente, 1/07/2008.
- [19] Abdelouhab Walida, "Supervision en temps reel des salles de traitement d'un service radiothérapie par LABVIEW", Mémoire de Master, Département d'Informatique industrielle, Université de Lorraine, Juin 2015.
- [20] P. Xie, M. Bilenko, T. Finley, R. Gilad-Bachrach, K. Lauter, et M. Naehrig, «Les différents type de camera », ArXiv Prepr. ArXiv14126181 2014.
- [21] Khelladi Lyes, " Les réseaux de capteurs : état de l'art ", Rapport de recherche, Laboratoire des systemes d'informatiques, Université USTHB, N° LSI-TR0304, Février 2004.
- [22] La détection et diagnostic des défaillances dans un système de production au sein du Laboratoire d'automatique et productique à l'aide des capteurs sans fil, (U. BATNA), 2012.
- [23] Une plateforme de détection d'anomalies en temps réel à l'aide d'un réseau de capteurs sans fil, Hôpital CPMC, Alger, 2016.
- [24] Un prototype de système de télésurveillance médicale basé sur les capteurs et les réseaux de capteurs filaires, 2014.
- [25] Bibliographie additionnelle aux cours infirmiers d'origines Faculté de Médecine – U.L.P. – Strasbourg –France - 2003, La surveillance automatique des patients hospitalisés à l'aide d'un système experts, J.-D. Peter

## 1. Description du programme LabView

### 1. Introduction



Le langage de programmation LabView (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) est un environnement de programmation à caractère universel bien adapté pour la mesure, les tests, l'instrumentation et l'automatisation. C'est un programme dont le but est de contrôler et de commander des processus physiques allant du simple capteur ou de l'actionneur jusqu'à une chaîne de fabrication complète. Les utilisateurs peuvent avec Labview avoir à la fois un outil intégré d'acquisition, d'analyse et de présentation des données.

### 2. Qu'est ce que LabView ?

Le LabView est un environnement de développement de programme. C'est un langage de programmation graphique qui crée des programmes sous forme de diagramme. Un programme LABVIEW est appelé « instrument virtuel » (VI).

Le LabView est cependant accès sur l'acquisition de données, le contrôle d'instruments par port série, parallèle, GPIB, carte E/S..., ainsi que l'analyse, la présentation et le stockage de ces données.

Le labview possède des bibliothèques de Vis intégrés qui sont directement incorporables dans vos VIs développés de manière spécifique.

## 3. Bases de la programmation en LabView

### 3.1. Introduction

Le LabView est un langage de programmation graphique qui utilise des icônes, au lieu des lignes de textes utilisées en C par exemple, pour écrire des applications. A l'inverse d'un langage de programmation en ligne de texte où c'est la suite des instructions qui détermine l'exécution du programme, le LabView utilise la programmation par flux de données. C'est ce flux de données qui déterminera l'ordre d'exécution du programme.



Dans LabView vous allez créer une interface utilisateur (face avant) en utilisant un ensemble d'outils et d'objets. L'interface utilisateur correspond à ce qui apparaîtra sur l'écran du PC au mode fonctionnement et qui permettra à l'utilisateur, soit de piloter le programme (donner des entrées), soit au programme d'afficher des informations (sorties).

Le principal intérêt de LabView est de permettre facilement de développer ces interfaces à l'aide de bibliothèques pré-existantes. Le programme proprement dit est ajouté sur la face arrière. C'est un ensemble de codes utilisant un langage de programmation graphique qui permet de contrôler les objets de la face avant. Dans un certain sens, le diagramme se trouvant sur la face arrière ressemble à un flowcharte.

### 3.2. Origines de LabView

LabView pour Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench est un environnement de développement en langage G. Notons que l'on écrit LabView et non pas

LabView a été créé en 1986, initialement pour Apple Macintosh, qui était à l'époque l'un des seuls ordinateurs proposant une interface graphique native. L'histoire de

LabView explique un vocabulaire spécifique, et explique encore certaines actions.

A l'origine, LabView s'exécute sur des écrans noir et blancs, puis sur des écrans 16 couleurs, 256, etc. LabView est un environnement de développement propriétaire (par opposition à un environnement ouvert, permettant à plusieurs personnes de développer des compilateurs compatibles, comme pour C/C++, Ada, Java, Fortran, etc.) développé et vendu par la société National Instruments (NI).

Le premier métier de NI est de fabriquer du matériel d'acquisition (notamment sur le protocole GPIB au début des années 80) rapidement destiné au marché des micro-ordinateurs (IBM PC, Apple Macintosh). Ainsi, la première version de LabView s'attache à offrir un environnement de développement dont le rôle est de permettre simplement à l'utilisateur de créer des instruments virtuels (Virtual instrument, ou vi) utilisant le matériel d'acquisition NI pour reproduire sur un micro-ordinateur le comportement d'un instrument personnalisé et personnalisable à volonté.

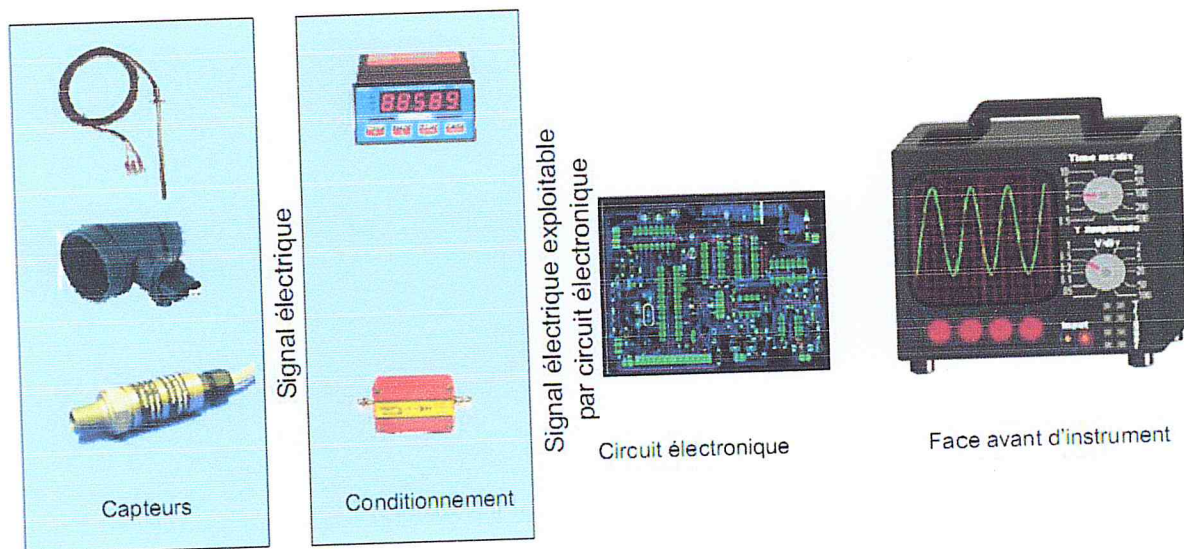
### 3.3. Le concept d'instrument virtuel :



L'idée de base est d'utiliser une carte d'acquisition ou un périphérique d'acquisition, dont le rôle est d'acquérir un signal électrique provenant de l'extérieur, généralement un capteur (thermocouple, débitmètre, voltmètre, etc.) ou un ensemble de capteurs, effectuer un traitement, un enregistrement dans un fichier ou une base de données, une restitution à l'écran via une interface graphique, et éventuellement effectuer un ensemble d'actions sur le monde extérieur à l'aide d'actionneurs (électrovanne, moteur, etc.).

Les variations possibles sont infinies en fonction des besoins et de leurs évolutions.

L'avantage de l'instrument virtuel sur l'instrument réel est indéniable, puisqu'il est du ressort du programmeur de l'instrument virtuel (par conséquent... vous...) de faire évoluer l'instrument virtuel en fonction des besoins (interrogation via le réseau, tolérance aux pannes, gestion de différentes vues, calculs, etc.). La Fig.1 suivante présente les étapes classiques du phénomène physique à sa visualisation sur un instrument réel.



**Fig 1. De la grandeur physique à l'instrument réel.**

L'instrument virtuel diffère dans les dernières étapes : en effet, un dispositif d'acquisition (carte d'acquisition, périphérique) permet au micro-ordinateur d'acquérir le signal. En LabView, nous verrons que 2 parties sont utilisées lorsque l'on programme :

- Le programme (diagramme dans la terminologie LabView), qui représente le traitement qui sur un instrument réel est pris en charge par un circuit électronique.

- L'interface graphique (face avant pour LabView) qui, à l'instar de la face avant d'un instrument réel, permet d'afficher à l'utilisateur et d'interagir avec lui.

Le programme permet d'effectuer tout traitement automatisable (de l'enregistrement, à l'utilisation d'un réseau, en passant par la commande).

### 3.4. Premier pas

Lorsqu'on lance LabView, l'écran de démarrage permet de démarrer toutes les opérations proposées par cet environnement de développement (voir Fig.2).

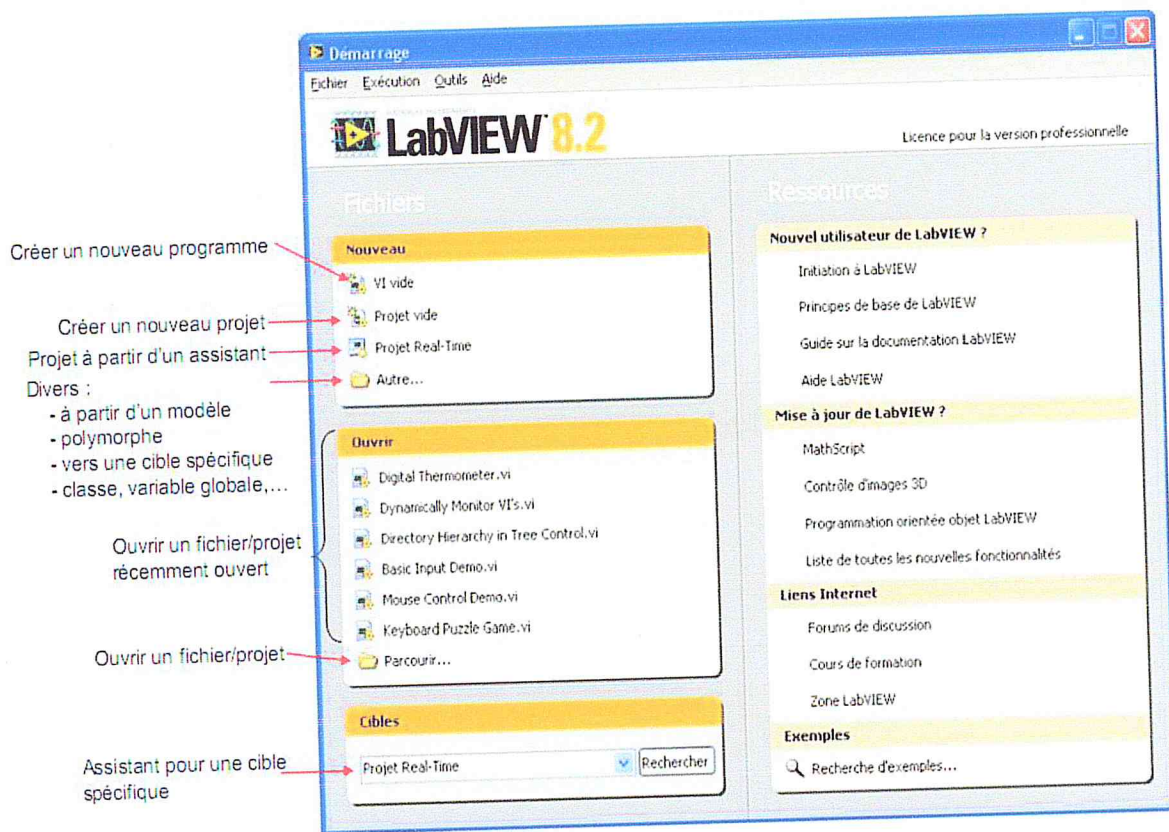


Fig. 2. Ecran d'accueil de LabView

Pour créer un nouveau programme on sélectionnera « VI vide ». LabView utilise le nom de VI (Virtual instrument), à prononcer à l'anglaise, « vi-aïe » pour les programmes et sous programmes.

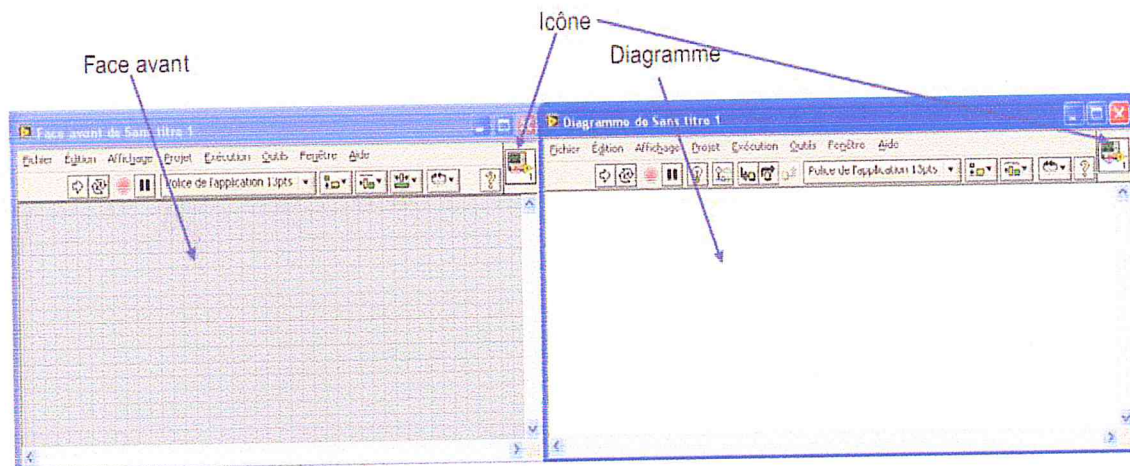
Les programmes ou sous-programmes auront l'extension « .vi » et seront donc nommés vi.

### 3.5. Créer un nouveau VI

Que l'on souhaite créer un programme ou un sous-programme, on crée un vi. Pour



LabView tout vi est considéré comme un instrument virtuel. Par conséquent il a un comportement (voir Fig.3) donné sur le diagramme (fenêtre blanche) et une interface utilisateur nommée face-avant (fenêtre grise). De plus, un vi sera symbolisé par son icône. Il est important de retenir qu'un vi est stocké dans un unique fichier .vi : 2 fenêtres, mais 1 seul fichier.



**Fig.3. Un VI LabView est composé d'un diagramme (fenêtre blanche) et d'une face avant (fenêtre grise) et représenté par une icône**

Sur la face-avant, nous serons donc amenés à placer des éléments graphiques (entrées du programme, à l'instar des boutons d'un instrument, sorties à l'instar des éléments affichés sur un instrument, éléments de décoration,...), alors que sur le diagramme nous placerons la logique du programme, en général logique qui relie les entrées aux sorties : comment calculer les sorties à partir des entrées.

### 3.5 Les palettes :

En LabView, toute la programmation se passe de façon graphique, il n'y a pas de syntaxe à connaître (pas de Begin, end, for, etc.). Quand on débute, on commence souvent par créer la face-avant, puis on passe au diagramme pour représenter la logique du programme.

Nous verrons par la suite qu'il est souvent plus rapide de faire l'inverse (sauf pour le vi correspondant à ce qui sera montré finalement à l'utilisateur).

Dans le menu déroulant de la face-avant, cliquer sur « Affichage », puis sélectionner « Palettes des commandes ». Cela a pour effet d'afficher la palette sous forme d'une fenêtre



(équivalent à utiliser la punaise). Remarquer que même si elle est affichée, la palette de commandes devient invisible lorsque la fenêtre de la face-avant n'est pas active.

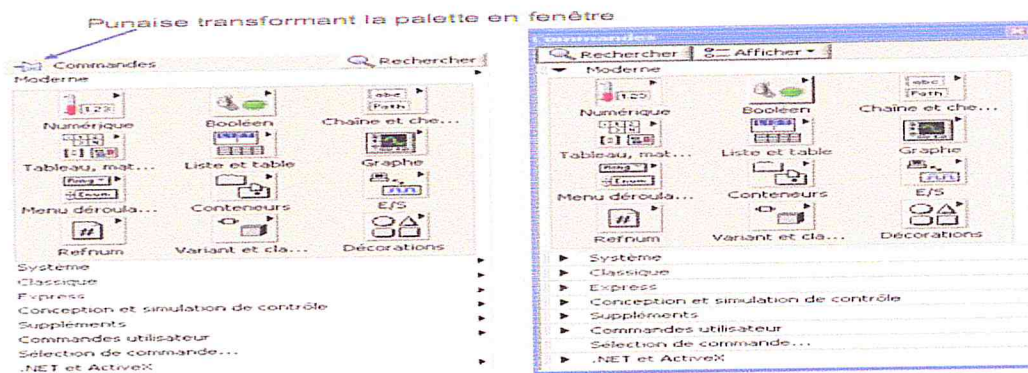


Fig.3.Palette

## Configuration de la base de données avec Database Connectivity Toolkit sous Windows

### 1. Après l'installation de ces modules :

- Installation et configuration de « mysql-connector-odbc-3.51.12-win32 ».
- Installation et configuration de Toolkit data\_base\_connectivity.
- Configuration de « ODBC ».

On établit le module **Data Base Connectivity**, tel que avant de pouvoir accéder aux données dans une table où exécuter des instructions **SQL**, on doit établir une connexion avec la base de données. **Database Connectivity LabVIEW Toolkit** prend en charge plusieurs connexions simultanées à une unique ou multiples bases de données.

Il y a plusieurs façons de se connecter à une base de données **MySQL** à partir de **LabVIEW**.

L' **ODBC** utilise une source de données Nom (**DSN**) pour la connexion et **ADO** utilise Universal Data Links pour la connexion.

La méthode que nous avons utilisée c'est l'ODBC fournis par **MySQL**. Sachant que nous avons une base de données **MySQL** installé et fonctionne sur l'ordinateur.

### 2. Configuration de la base de données avec Database Connectivity Toolkit sous Windows

La méthode que nous avons utilisée c'est l'ODBC fournis par **MySQL**. Sachant que nous avons une base de données **MySQL** installé et fonctionne sur l'ordinateur.

Donc on établit le chemin est le suivant :

- Panneau de configuration → outil d'administration → source de données(ODBC)  
→ onglet « source de données utilisateur » → Ajouter. (figure 1).

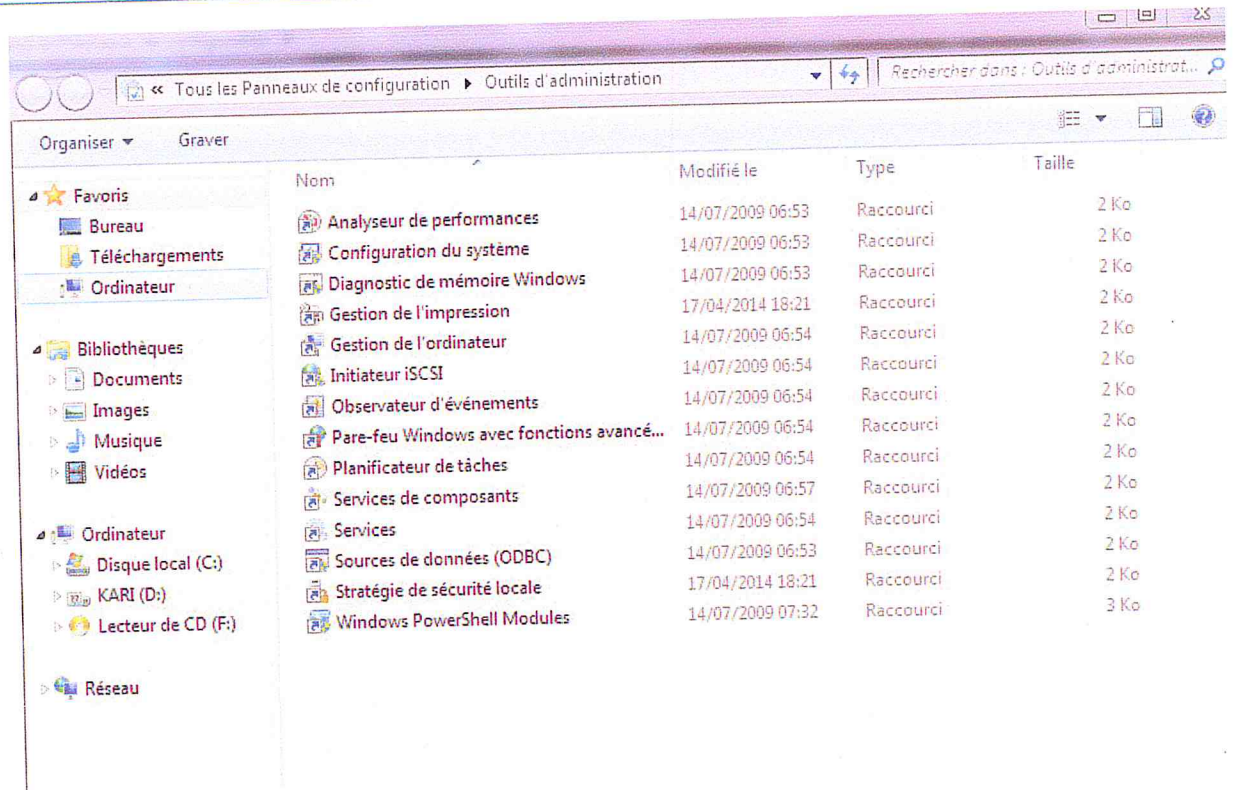


Figure 1 : Chemin du ODBC

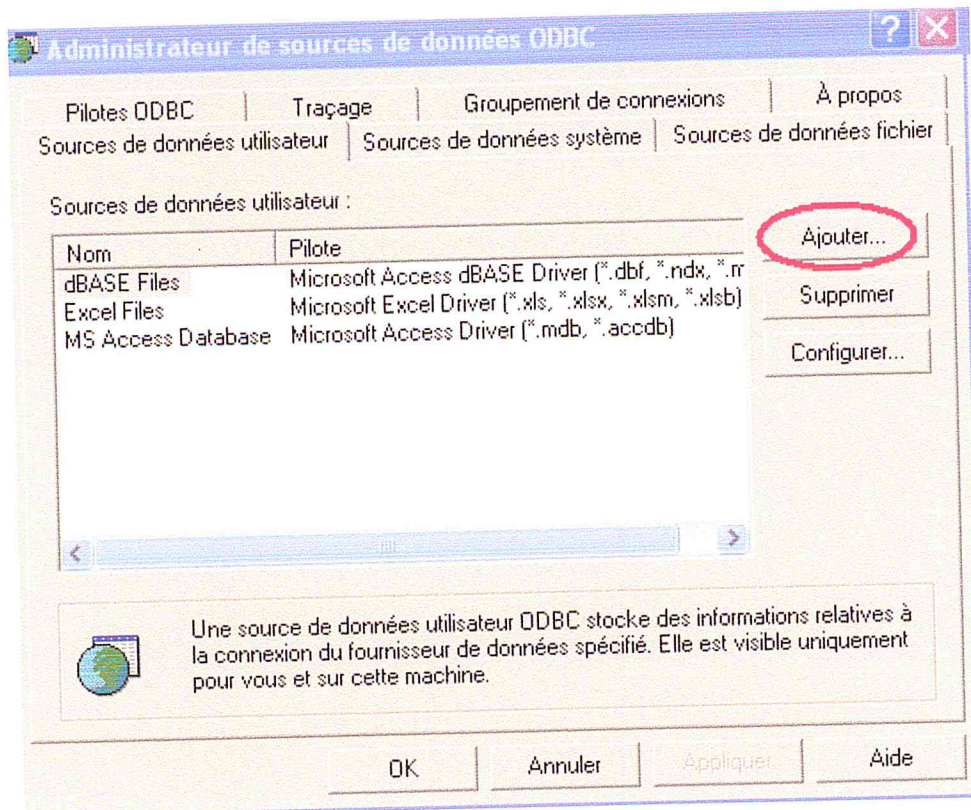


Figure 2 : Configuration ODBC



2) On aura une nouvelle fenêtre (figure 3) nous choisisant MySQL ODBC Driver (il existe deux version 32 bits et pour les 64 bits) qui était déjà installé avant.

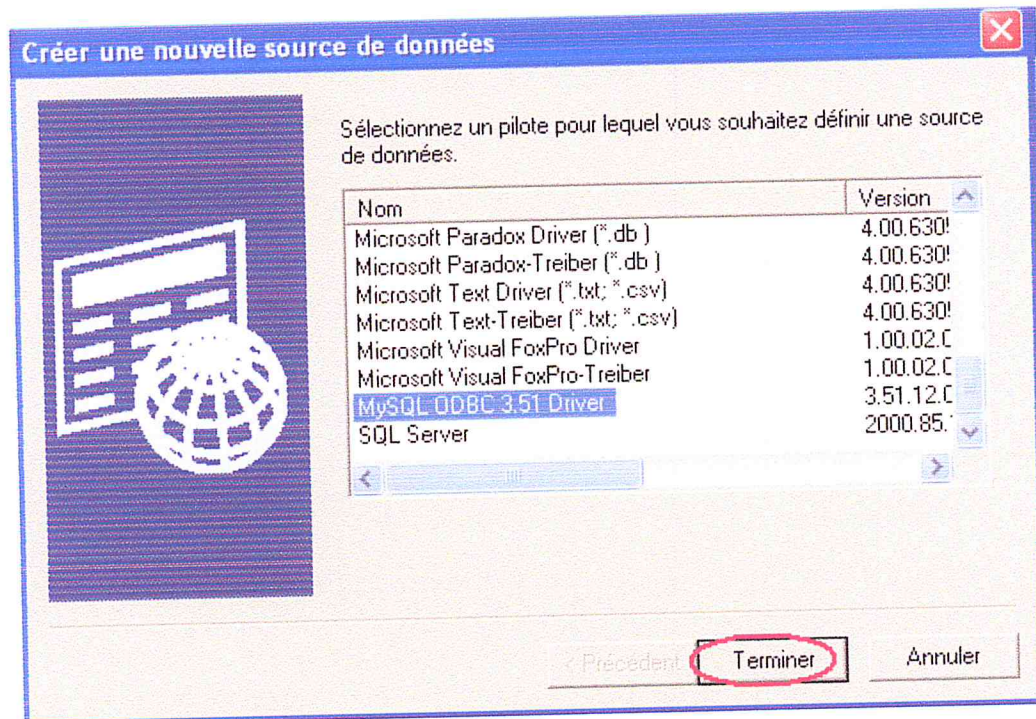
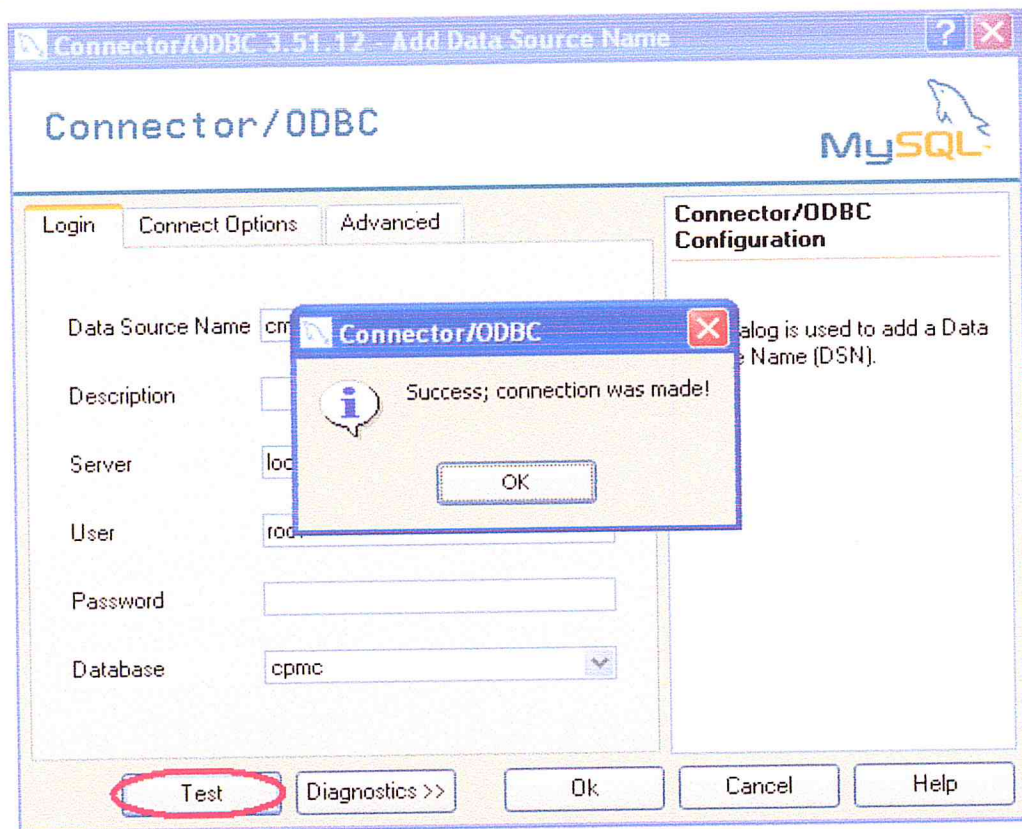


Figure 3 : La source de données

3) Une nouvelle fenêtre va nous permettre de saisir nos informations de connexion à notre serveur MySQL. Le numéro de port par défaut est 3306. On peut aussi entrer localhost comme nom de serveur



**Figure 4 : Connexion ODBC**

Configuré comme suit :

[ Data source Name : cpmc

Serveur : localhost.

User: root.

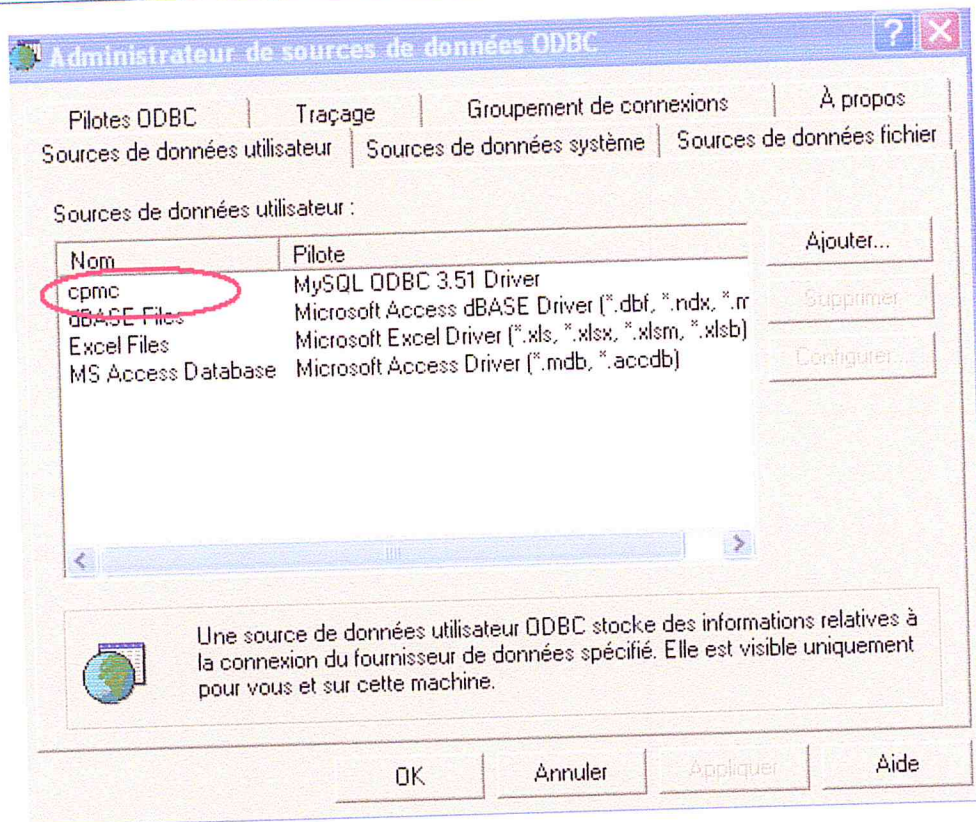
Database: on selectionne «cpmc ».

- Faire routeur sur l'anglais de la connexion, on clique sur teste de connexion, on aura un message ok.
- On clique sur ok pour fermer tout.
- Une fenêtre s'ouvre « database» pour enregistrer le fichier suivant ce chemin :

C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW 2011\examples\database\LabVIEW.udl Ok→ok

4) On trouve notre base de données qu'on a crée dans l'administrateur de sources de données ODBC (Figure 5)





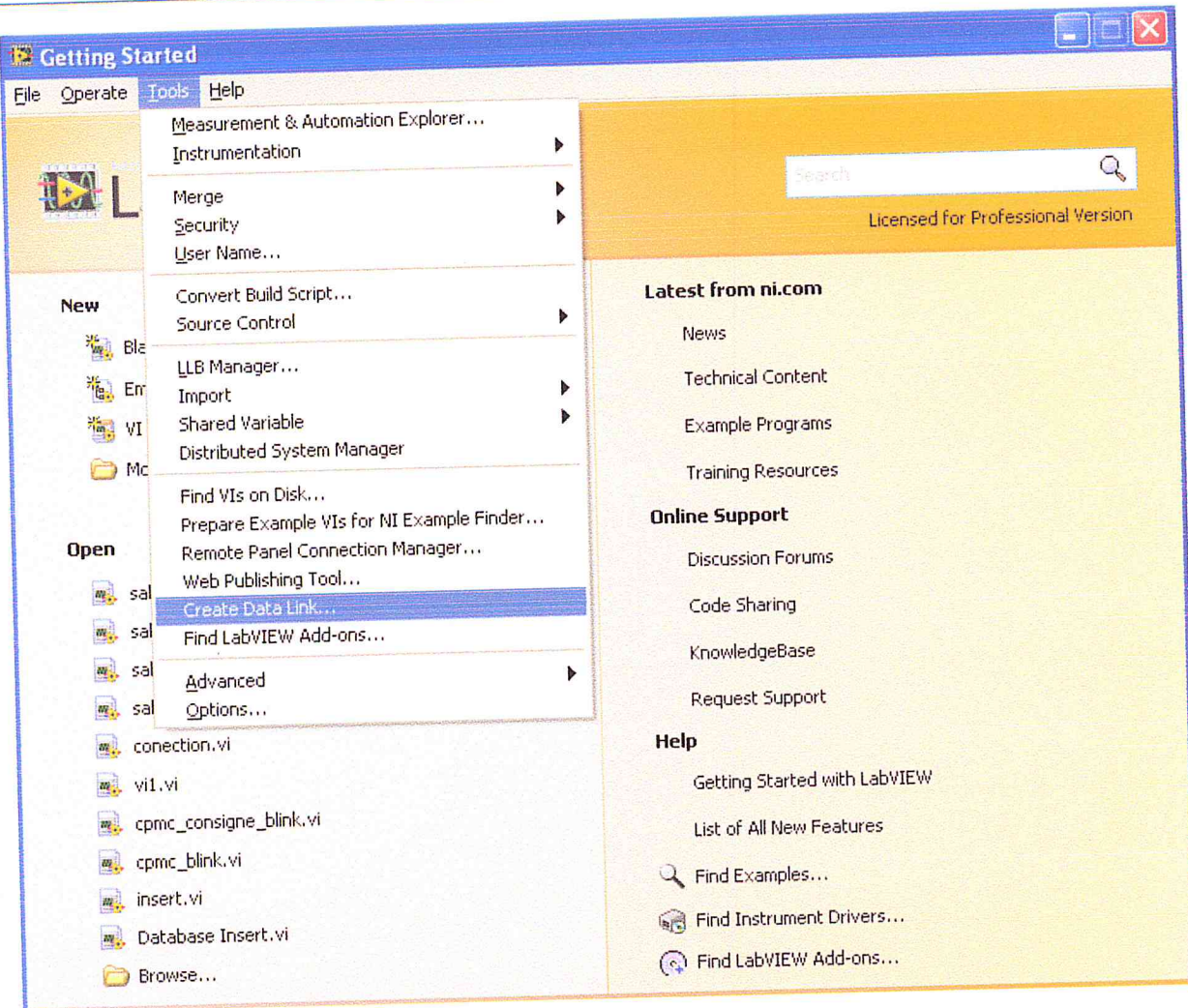
**Figure 5 : Configuration ODBC**

Dans cette étape, on va créer le deuxième type de connexion avec la base, un Data Link Universal. On peut créer un UDL de nombreuses façons différentes.

Dans notre travail, nous avons créé un UDL au sein de Labview comme suit :

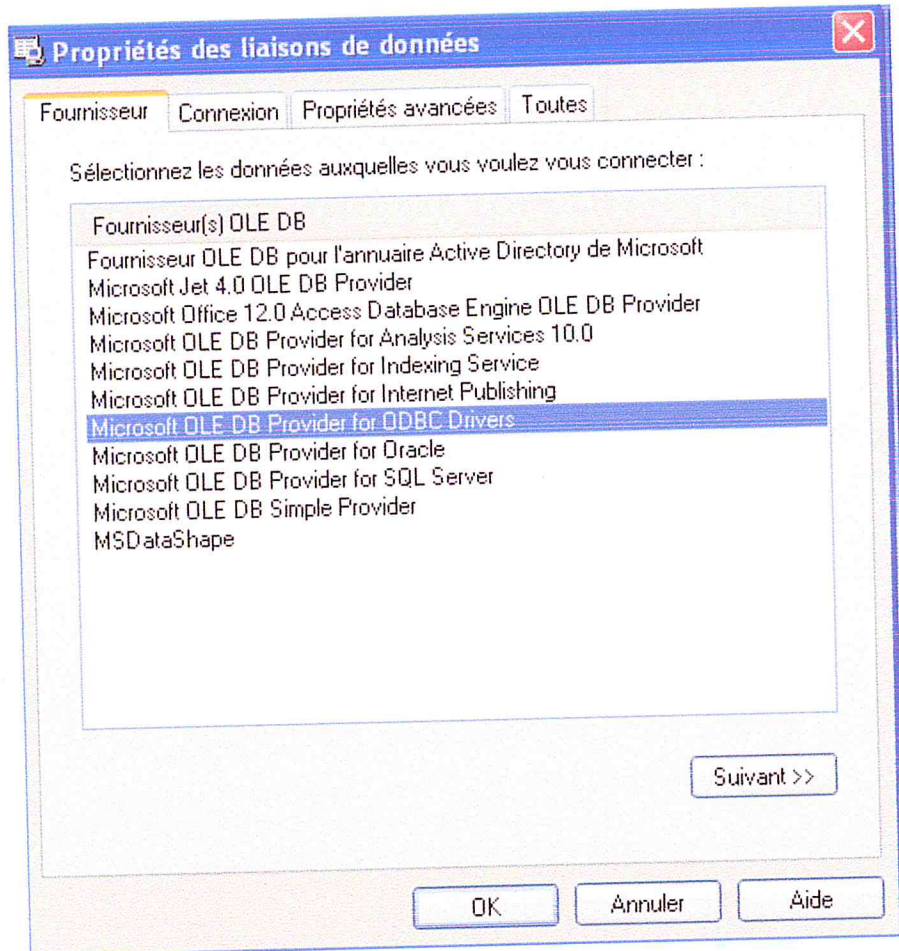
- 1- Lancer Labview 11 → Tools → creatdata Link pour lancer la Fenêtre de propriétés de liaisons de donnée (figure 6).





**Figure 6 : Fentre du Labview**

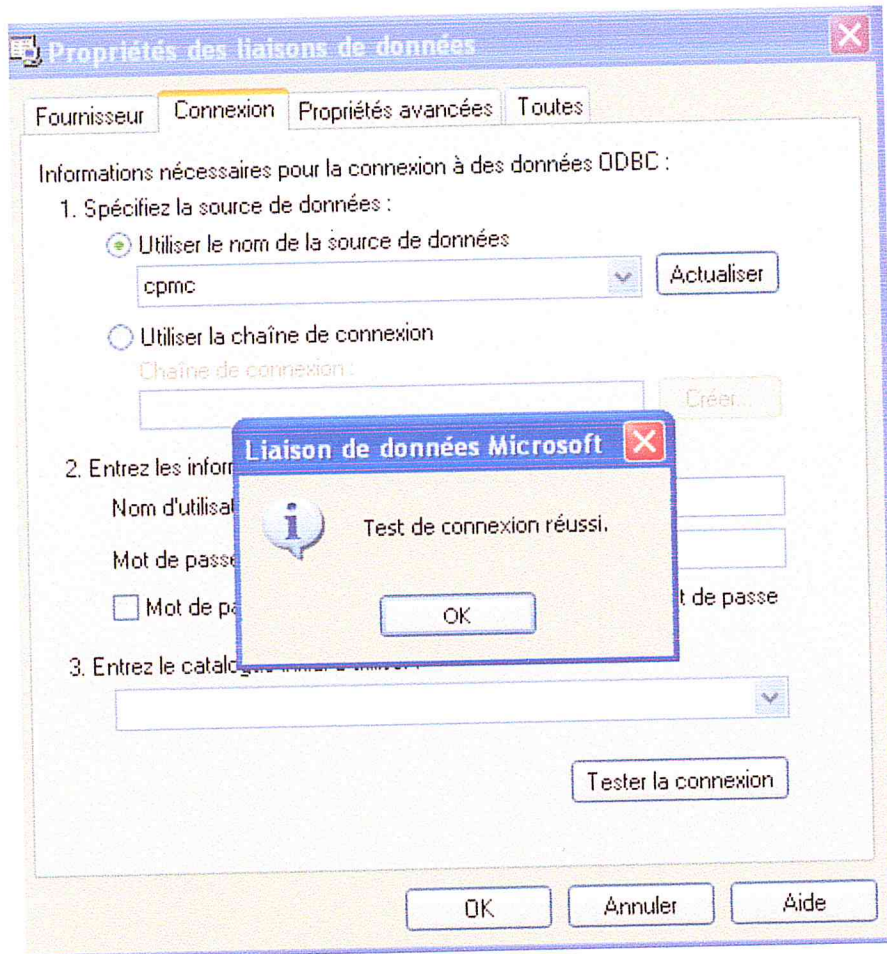
- 2- Sur la fenêtre de propriétés de liaisons de donnée, dans l'onglet de fournisseur, on sélectionne le fournisseur pour communiquer avec la base de donnée. Par défaut, c'est le fournisseur Microsoft OLE DB pour les pilotes ODBC. On clique sur le bouton Suivant pour passer à la prochaine étape (figure 7).



**Figure 7 : Propriétés sur a liaisons de données**

- 3- Dans l'onglet connexion, on recherche et on sélectionne la base de données créée sur l'administrateur de sources de données ODBC à l'étape (1). On clique sur le bouton Tester la connexion pour tester la connexion UDL (figure 8).





**Figure 8 : Test de connexion**

- On clique sur le bouton **OK** pour terminer la configuration de l'UDL. Et on Enregistre l'UDL comme labview.UDL dans le dossier :

C:\Programme File\National instruments\LabView 2011\exemples\databasee données.

### 3. L'installation de l'ODBC :

- On lance l'installions du MySQL connecter (figure 9).



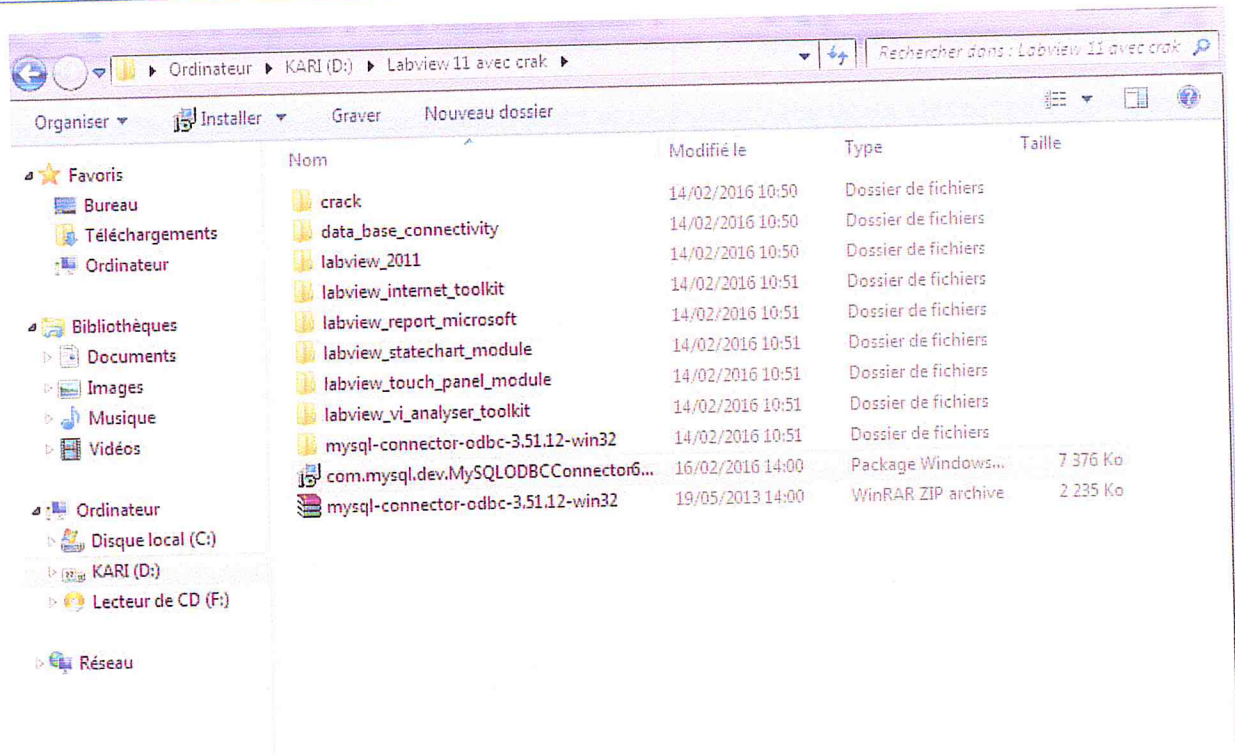


Figure 9 : Installation du MysqlODBC

- On clique sur Next et on coche l'agreement d'acceptation, comme suit : (figure 10 et 11).

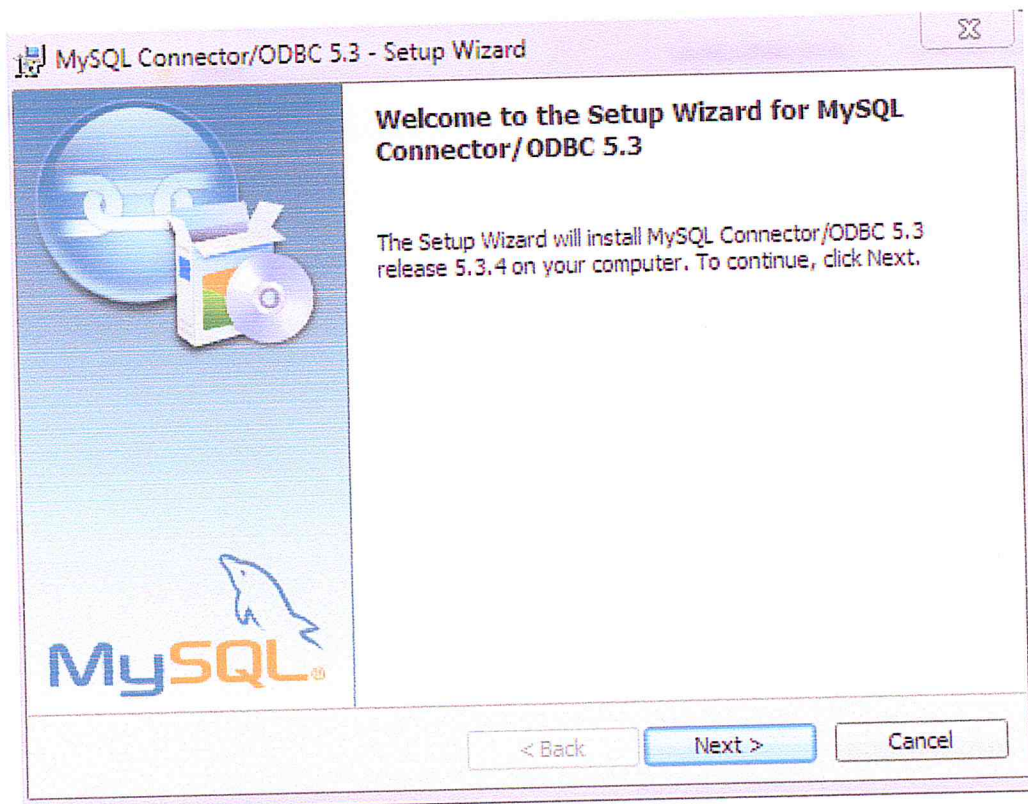
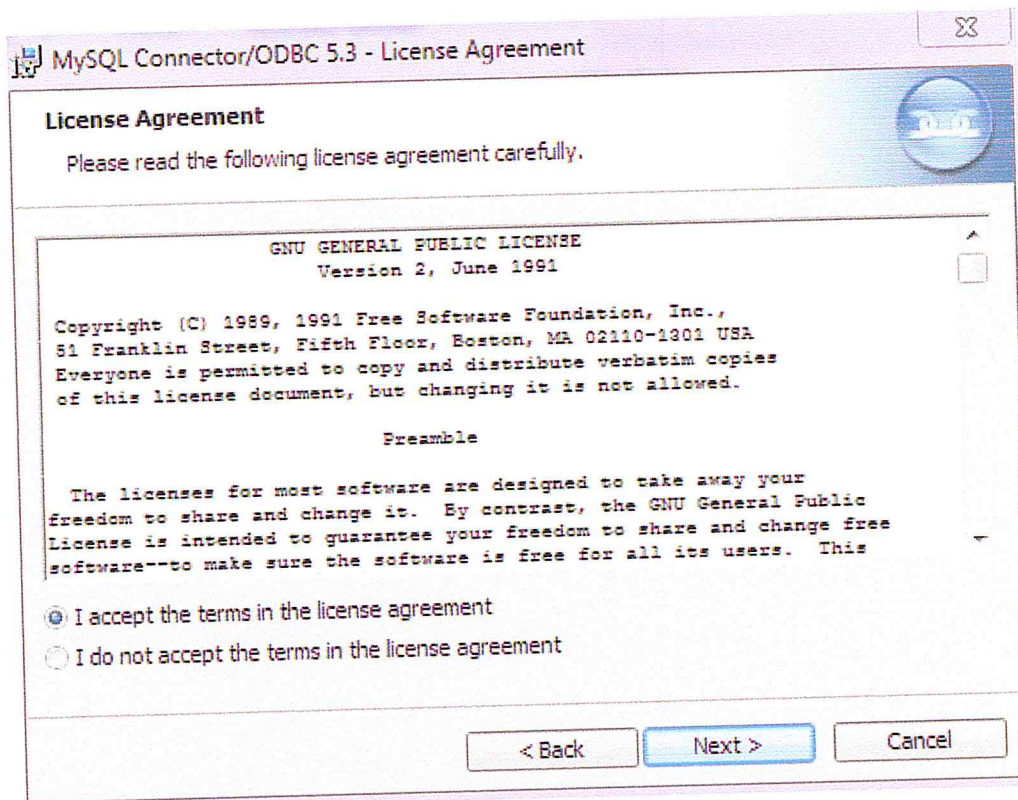


Figure 10 : ODBC connector



**Figure 11 : Installation de l'ODBC connector**

- On clique Next et on choisi le terme **Complete** << **Next** << **Installe** << **Finish** (figure 12 et 13).

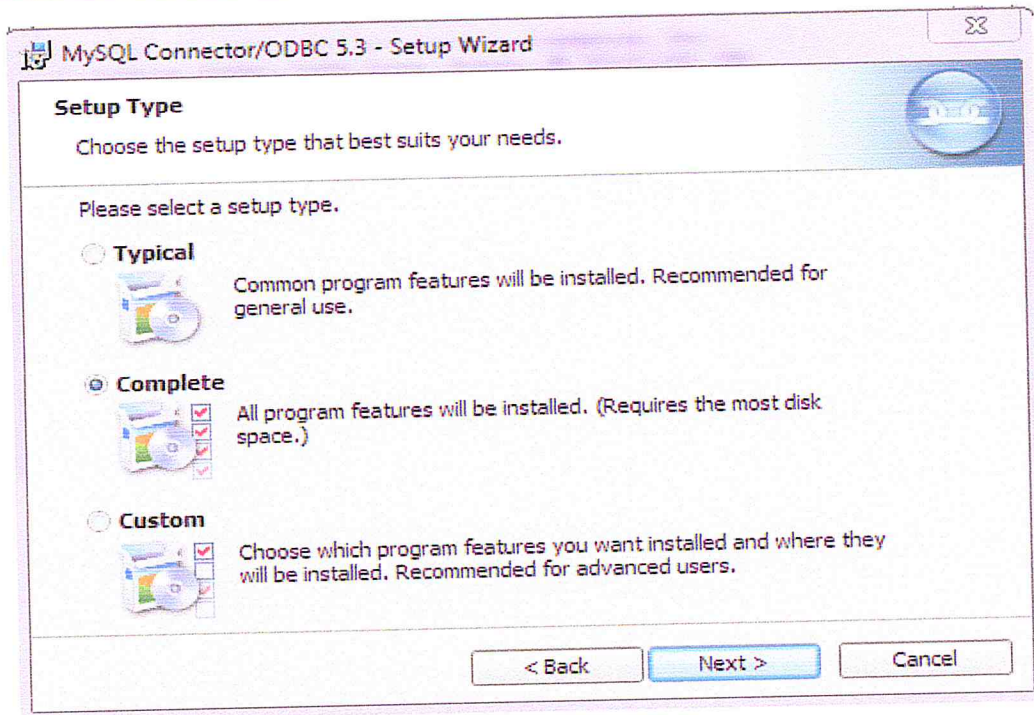


Figure 12 : Setup de MYSQL connector ODBC

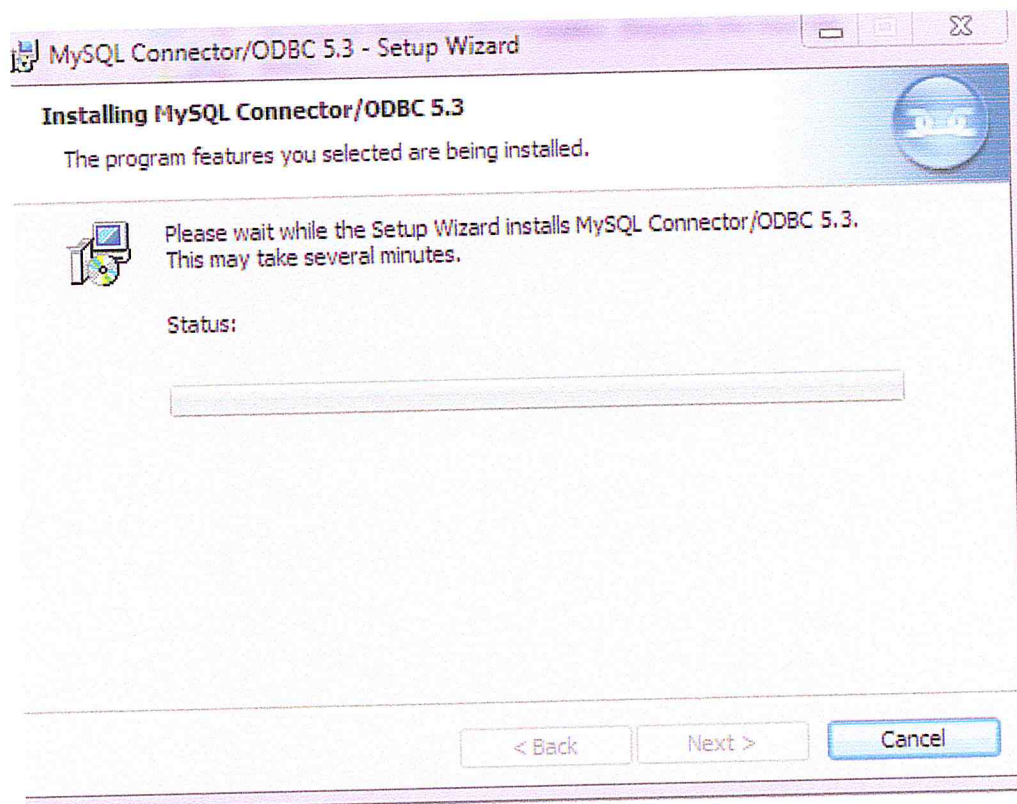


Figure 13 : Setup de MYSQL Connctor



**4. Dans l'installation on a tombé dans un problème de incompatibilité Driver MYSQL ODBC 64 bits et DLL 32 bits sur Windows 7 et on a résoudre le problème comme suit :**

- Effacer toutes les sources créés sur : Panneau de configuration << Outils d'administration << Sources de données (ODBC).
- Effacer le driver ODBC en 64 bits et installer celui en 32 bits.
- Maintenant, il faut ouvrir le gestionnaire de sources ODBC en 32 bits. Il se trouve dans c:\windows\SysWOW64\odbc32.exe
- Vous prouver maintenant recréer les Sources effacées au début de la procédure.

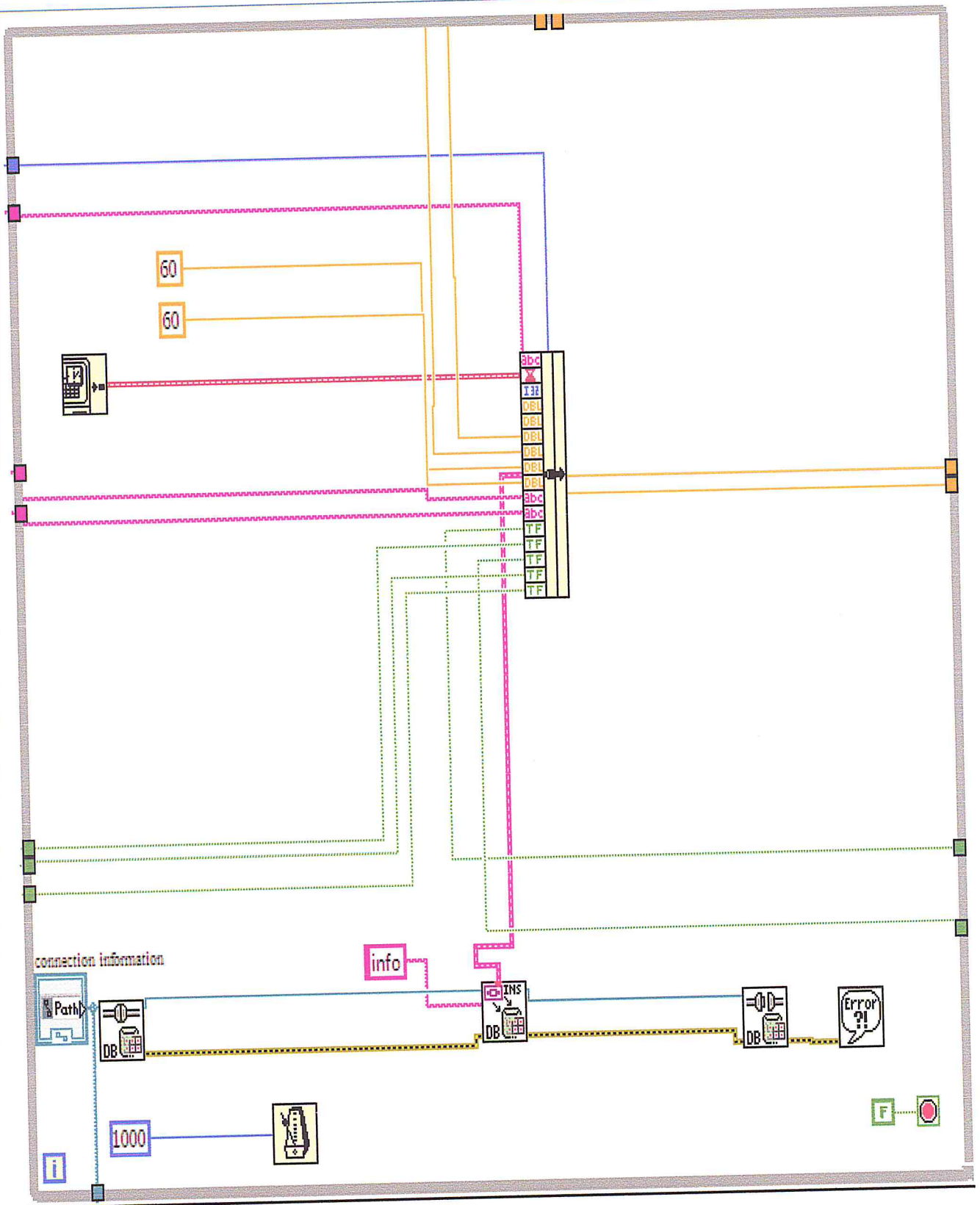
## Diagramme et face avant du programme de la plateforme de contrôle

### 1. L'enregistrement des données de capteurs, les consignes de chef de service et les rapports de traitement dans la table info :

Cette partie programme enregistre les données des capteurs dans la table **info** en temps réel. Pour chaque salle il y a cinq informations qu'on doit stocker périodiquement à fonction du besoin de l'hôpital. Ces informations seront utiles on cas où la machine tombe en panne, pour savoir si le problème ne vient pas de la température ou l'humidité.

À fin d'enregistrer dans la table **info** en temps réel, on a utilisé dans notre programme la boucle **while**, qui est bien déterminé dans le schéma avec un **Timer**. Ce dernier est utilisé pour régler le temps d'enregistrement chaque seconde c'est-à-dire en temps réel).






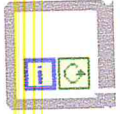

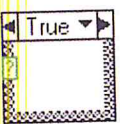



On a utilisé aussi, le **VI insert** pour enregistrer les consignes de chef de service et les rapports de traitement, ainsi que l'heure et la date d'enregistrement et les anomalies de chaque machine en temps réel montré dans le diagramme suivant de la face avant de programme:

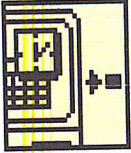

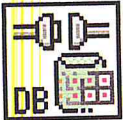
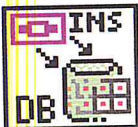
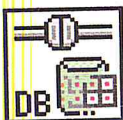



**Figure 1 : La phase avant du programme (programmation graphique) pour l'enregistrement des données de capteurs, les consignes de chef de service et les rapports de traitement dans la table info dans la base de données**



## 2. Les commandes et leurs significations

Commande	Indicateur	Data Type	Couleur
		String	Pink
		Double précision numérique à virgule flottante	Orange
		Un point d'arrêt sur un VI, ou d'un fil sur le schéma de principe et de l'exécution de pause à cet endroit. Quand on définit un point d'arrêt sur un fil, l'exécution est suspendue après que les données passent par le câbler.	Red
		Une boucle <b>Do</b> ou <b>Repeat-Until</b> dans la programmation à base de texte langues. Une boucle <b>While</b> , représenté à gauche, exécute un sous-diagramme jusqu'à ce qu'une condition est remplie.	Grey
		Le terminal d'itération (une borne de sortie), contient la nombre d'itérations effectuées. Le nombre d'itérations commence toujours à zéro. Au cours de la première itération, le terminal d'itération retourne 0.	Blue
		Représente deux ou plusieurs sous-diagrammes, ou des cas. Un seul diagramme de sous est visible à la fois, et la structure exécute uniquement un cas à la fois. Une valeur d'entrée détermine les sous diagramme exécute. La structure de cas est similaire au cas des déclarations ou si ... alors ... sinon énoncés dans les langages de programmation textuels.	Grey
		Boolean	Green
		Wait Until ms, Timing, utilisez cette fonction pour synchroniser les activités dans des milli secondes. On peut appeler cette fonction dans une boucle pour contrôler la vitesse d'exécution de la boucle. Cependant, il est possible que la première période de la boucle puisse être courte.	Moka

		<p>Obtenez Date / heure en secondes Fonction. Renvoie un horodatage de l'heure actuelle. LabVIEW calcule cette horodatage en utilisant le nombre de secondes écoulées depuis 00h00, le vendredi 1er Janvier, 1904, temps universel.</p>	Moka
		<p>Erreur Simple Handler Vi, indique si une erreur est survenue. Si une erreur est survenue, ce VI renvoie une description de l'erreur et affiche éventuellement une boîte de dialogue.</p>	White
		<p>DB Outils Close Connection VI Un outil de Database Connectivity Toolkit. Sert à fermer une connexion de base de données en détruisant sa référence de connexion associée.</p>	Green
		<p>DB Tools Insert Data VI Un outil de Database Connectivity Toolkit. Sert à insérer une nouvelle ligne dans la table dans la base de données identifiée par la référence de connexion.</p>	Green
		<p>DB Tools Insert Data VI Un outil de Database Connectivity Toolkit Sert à insère une nouvelle ligne dans la table dans la base de données identifiée par la référence de connexion.</p>	Green
<p>connection information</p> 		<p>C'est un outil essentiel pour faire la connexion entre les informations détectés sur la plateforme médicale et la base de donner MYSQL, donc c'est le point de liaison entre les deux.</p>	

**Tableau 1 : Les commandes et leurs significations**

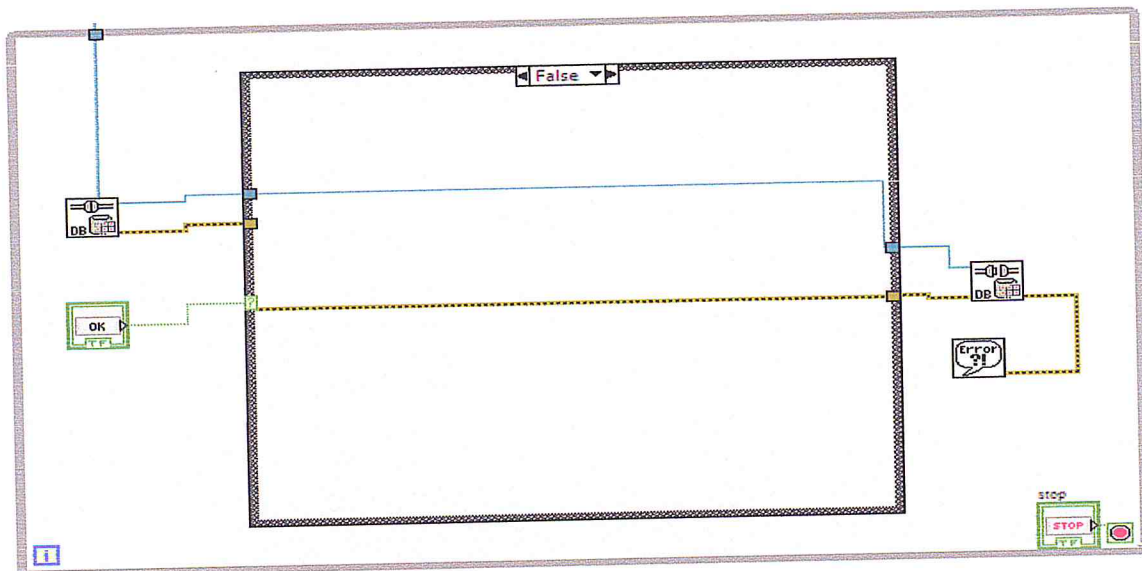
### 3. La récupération de données des capteurs en utilisant le SGBD MYSQL et LABVIEW

Après l'étape de l'enregistrement des signaux de température, d'humidité, pression d'eau, les consignes de chef de service et les rapports de traitement dans la base de donnée CPMC en temps réel, on peut les récupérer et les affiché sur la plateforme en temps réel et ça nous aidons dans la troisième phase qui concerne le système expert.

Notre travail est présenté dans la face avant du programme suivante. Si la boucle est vrai (True), alors le boucle fonctionne très bien et on aura la face avant du programme graphique suivante, sinon on tombe dans la boucle False. Alors la boucle est vide et on aura aucune récupération de la basse de données, on aura seulement la base de données qui se ouvre et qui se ferme.

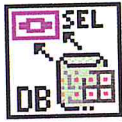
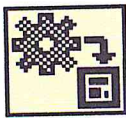


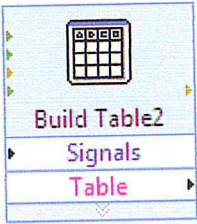




**Figure 2 : La phase avant du programme (programmation graphique) pour la récupération des données de capteurs, les consignes de chef de service et les rapports de traitement dans la table info dans la base de données SGBD MYSQL et les afficher sur la plateforme Labview (Cas de boucle False).**

#### 4. Les commandes et leurs significations

Commande	Indicateur	Data Type	Couleur
		Outil de Database Connectivity Toolkit Il sélectionne les données de la table dans la base de données identifiée par référence de connexion en utilisant les colonnes fournies dans le tableau de colonnes.	Perpule
		Outil de Database Connectivity Toolkit Il sélectionne les données de la table dans la base de données identifiée par référence de connexion en utilisant les colonnes fournies dans le tableau de colonnes.	Moka

		<p>Convertit un signal ou des signaux dans une table de données qui répertorie l'amplitude de chaque signal et les données de temps pour chaque point dans le signal.</p>	<p>Blue</p>
---	--	---	-------------

**Tableau 2 : Les commandes et leurs significations**

### 5. La récupération de l'ID de la salle de traitement sur la plateforme médicale :

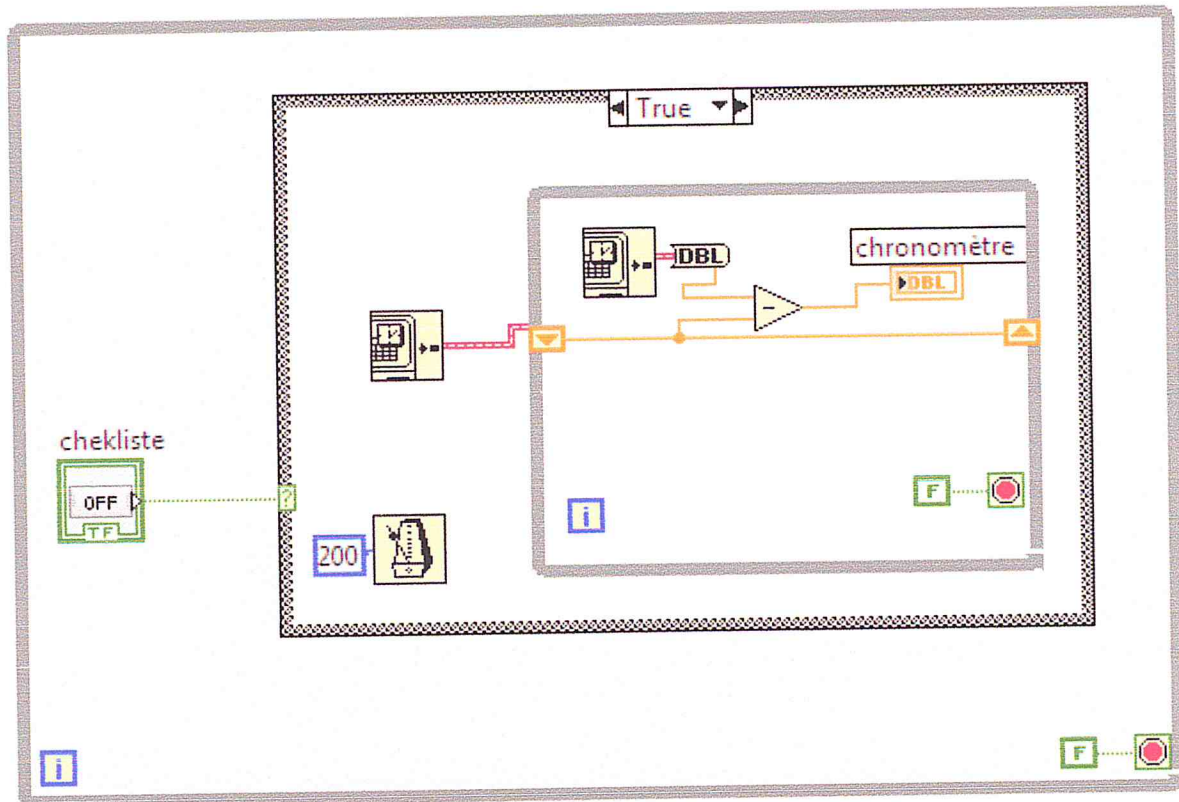
Pour l'utilisateur qui contrôle tous le service médical de la radiothérapie, il aura sur un grand écran multifenêtrage de la plateforme de contrôle pour chaque salle de traitement.

Afin de récupérer chaque ID de salle de traitement à partir de la base de données SGBD MYSQL de la table **alarme**, et l'afficher dans la plateforme médicale de contrôle, on montre la face avant de programme (programmation graphique) par labview bien sure.

Au premier temps, pour pouvoir accéder à la base de données, il faut ouvrir la connexion donc, on utilise un contrôle pour spécifier le chemin du fichier UDL à l'entrée du VI DB Tools ouverture connexion. Une fois la connexion est réussie avec la base de données CPMC, une utilise le VI pour la sélection d'une des tables et nous on a besoin de la table **alarme**. En effet, à la sortie de ce VI, on utilise la fonction de redimensionnement automatique pour afficher la ligne qu'on veut et on ajoute un autre composant pour lire les colonnes et comme ça on affiche le nom de la machine, son étas de fonctionnement, le nombre de patients sur cette machine et aussi s'il y a une anomalie à la fin on ferme la communication avec la base de données en détruisant sa référence de connexion associé.







**Figure 4 : La phase avant du programme (programmation graphique) pour le chronomètre**

## 1. La base de règles

On doit faire le contrôle de qualité en prenant en compte les éléments suivants : capteurs d'environnement, les machines de traitement et la salle des onduleurs. On prend l'exemple de quatre salles dont une pour la simulation avant traitement en radiothérapie et les onduleurs.

En résumé :

- ❖ 03 trois salles de traitement
- ❖ 01 salle de simulation
- ❖ 01 Salle des onduleurs

Établissement des règles sans tenir compte du calcul des probabilités.

### 1. Règles liés aux capteurs

#### 1.1 Valables pour les trois salles de traitement

##### a. Température :

- Si  $[20^\circ < T < 25^\circ]$  : plage du traitement sinon anomalies mais on peut traiter le malade. Néanmoins, il faut résoudre le problème de la température. Si problème non résolu arrêter le traitement des malades.
- Si  $[T > 30^\circ]$  : arrêter la machine et le traitement.

##### b. Humidité :

- Si  $[40 \text{ Rh} < H < 60 \text{ Rh}]$  : plage de traitement sinon anomalies mais on peut traiter le malade. Néanmoins, il faut résoudre le problème de l'humidité. Si problème non résolu arrêter le traitement des malades.

•

#### 1.2 Valables pour la salle de simulation

##### c. Température :

- Si  $[20^\circ < T < 25^\circ]$  : plage du traitement sinon anomalies mais on peut traiter le malade. Néanmoins, il faut résoudre le problème de la température.

##### d. Humidité :



- Si  $[40 \text{ Rh} < H < 60 \text{ Rh}]$  : plage de traitement sinon anomalies mais on peut traiter le malade. Néanmoins, il faut résoudre le problème de l'humidité.

### 1.2 Salle des onduleurs

#### ❖ Température :

- Si  $T > 22^\circ$  : anomalie, problème des onduleurs. Il faut résoudre le problème mais on peut traiter le malade.
- Si  $[T > 25^\circ]$  : arrêter le traitement des malades. Réparer les onduleurs.

### 1.3 Règles liées aux machines (Anomalies de type B)

Il y'a 68 anomalies au maximum qui peuvent être détectée par la machine de traitement. Certaines machines en ont moins. Le nombre de combinaison d'anomalies est très élevé mais en pratique il est assez limité.

Exemple qu'on peut prendre :

A : Signifie anomalies

- ❖ Si A1, A5, A54 (opération et) alors résoudre le problème tout en n'arrêtant pas le traitement.
- ❖ Si A2, A8, A40 (opération et) alors résoudre le problème tout en n'arrêtant pas le traitement.
- Si pas d'anomalies constatées on traite.
- Si anomalies (A2, A8) on traite
- Si anomalies (A60, A59, A12,) pas de traitement

Quelques règles à implémenter dans le système expert :

The screenshot displays a control console with multiple sections of data:

- Top Row (Status Indicators):** A series of small boxes with labels like DS12, KDP1, KDP2, KDRS, KDR1, KDR2, etc. Some are highlighted in red (e.g., DOOR, EXQ1, EXQ2).
- Second Row (Parameters):**

MU1	MU2	RTIME	ETIME	D/R	R SYN	T SYN	MODE	FIXED
5346	5268	18.05	18.07	0	-0.01	-0.01	ENERGY	15 MeV
- Third Row (Beam Control):**

BEAM CTRL	...	...	...	...	...	...	...	...
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
- Fourth Row (Analog Meters):**

PSUPS	5.10	BUNCH RD	-0.01	GUN I	0.35	ACC DIFF	0.00
F1ZUPS	12.44	BUNCH TR	0.39	SOL I	79.26	NML FREQ	-6.04
H1ZUPS	-12.34	ANGLE RD	0.24	TARGET I	-0.15	ACL VAC	0.06
F1SUPS	15.05	ANGLE TR	-0.33	GUN V	-3.08	GUN VAC	0.39
H1SUPS	-15.18	POS RDL	-0.08	DMAG I	40.23	KLY VAC	0.00
P2ZUPS	24.68	POS TAN	0.68	RF DRIVE	20.55	MPSB PS	-10.00
SYN RDL	-0.01	TRIM	0.00	HVPS I	0.03	NCOLL PS	-10.00
SYN TAN	-0.01	PFN VOLT	0.07	H2O TEMP	39.36	NGAN PS	-11.00
- Fifth Row (Collimator Settings):**

COLL RTN	0.0 deg	COLL Y1	14.0 cm	COUCH VRT	36.6 cm
FIELD Y	28.0 cm	COLL Y2	14.0 cm	COUCH LNG	15.1 cm
FIELD X	28.0 cm	COLL X1	14.0 cm	COUCH LAT	999.8 cm
GANTRY RTN	0.0 deg	COLL X2	14.0 cm	COUCH RTN	0.6 deg

- ❑ DOOR & EXQ1 & EXQ2 (voir condition réel de traitement sur photo ci-dessus) > arrêt total, setup de la machine, reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau, fermer la porte de la salle et procédez au traitement si la dosimétrie est correcte.
- ❑ ENSW & DOOR & > arrêt total, système hydraulique à vérifier, fermer la porte de la salle et procédez au traitement si problème de panne résolu.
- ❑ COOL & BMAG > arrêt du traitement, mâchoires du collimateur à réinitialiser, pression d'eau à vérifier (eau froide ou chaude), reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau.
- ❑ AIR & ACC > La pression de l'air de l'installation est inférieure à 30 psi, problème d'accessoire à régler, faire le setup, reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau.
- ❑ CDOS & DOS1 & DOS2 > Mettez la machine hors tension et contactez le service technique compétent de VARIAN.
- ❑ DPSN & DOOR & DS12 > Corrigez la condition de gating (lames du collimateur en mode dynamique sont en dehors des tolérances) à l'origine de la coupure du faisceau.
- ❑ ENSW & AIR & EXQT > Problème du système hydraulique, La charge par impulsion du canal de dosimétrie totale est supérieure à 200 % de la normale sur les deux canaux, faire le setup de la machine et reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau



- ❑ EXT & FOIL > conflit dans les communications avec le logiciel de traitement et CSSI ou EXCI. Vérifiez la mise en place du patient pour voir s'il existe des divergences avec le plan. Vérifiez la goupille de blocage du carrousel et débloquez-la si elle est bloquée. faire le setup de la machine et reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau
- ❑ FLOW & GFIL & DOOR > Le débit d'eau est insuffisant et a ouvert un contact de contrôle du débit dans le circuit hydraulique du bras. Les tensions du filament et de la polarisation de grille sont inférieures au niveau correct de fonctionnement pour le canon de l'accélérateur. Faire le setup de la machine et reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau
- ❑ GAZ & HVCB & HVOC > La pression du gaz diélectrique du guide d'onde est inférieure à 30 psi. Effectuez les réglages nécessaires ou remplacez la bouteille de gaz. Vérifiez les portes, les contacteurs des capots de protection et le commutateur S1 du platine thyatron principal. Les diodes du condensateur PFN (Pulse Forming Network) ou de l'écrêteur d'extrémité sont en court circuit. Faire le setup de la machine et reprogrammer le traitement et tentez une autorisation du faisceau

(Les valeurs de température, d'humidité pour le calcul de probabilités par Matlab et implémenté par Java).

### 1. Humidité

Range	Résolution	Accuracy
0 – 100%RH	0.1%RH	+/- 2.5RH at 25°C

- Spécification électrique
- Transducteur utilisé : **HIH-3610 (Honeywell)**

### 2. Température

Range	Résolution	Accuracy
-20°C ~ +60°C	0.1°C	+/- 0.7°C
-4°F ~ +140°F	0.1°F	+/- 1.4°F