

Contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour un système de production

[Contribution to the conception of a system of remote monitoring for a production's system]

Mohamed Ramadany and Driss Amegouz

Laboratoire de Productique, des Energie et du Développement Durable (LPEDD),
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Ecole supérieure de Technologies de Fès,
Fès, Maroc

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The major vocation of the industrial monitoring is to increase the availability of the industrial machines which are part of the systems of production in order to reduce the costs generated by maintenance which penalize the performances of the company. Methodologies of monitoring can be divided into two main categories: on the one hand, methodologies which are based on the existence of a formal model of the equipment to supervise, and on the other hand, methodologies for which the absence of a model requires the recourse to the tools of the artificial intelligence. This article is devoted initially to the presentation of methodologies of the monitoring using the tools of the artificial intelligence like to the state of art of the application of the artificial intelligence to the monitoring, and in the second time with a contribution to the design of a system of remote monitoring for the systems of production according to a functional approach.

KEYWORDS: Monitoring, Detection, Diagnosis, Methodologies, Artificial Intelligence, Remote monitoring system.

RESUME: Les La vocation majeure de la surveillance industrielle est d'augmenter la disponibilité des machines industrielles qui font partie des systèmes de production afin de réduire les coûts engendrés par la maintenance qui pénalisent les performances de l'entreprise. Les méthodologies de surveillance peuvent être divisées en deux grandes catégories: d'une part, les méthodologies qui se basent sur l'existence d'un modèle formel de l'équipement à surveiller, et d'autre part, les méthodologies pour lesquelles l'absence d'un modèle nécessite le recours aux outils de l'intelligence artificielle. Cet article est consacré dans un premier temps à la présentation des méthodologies de la surveillance utilisant les outils de l'intelligence artificielle ainsi qu'à l'état d'art de l'application de l'intelligence artificielle à la surveillance, et dans un second temps à une contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour les systèmes de production selon une approche fonctionnelle.

MOTS-CLEFS: Surveillance, Détection, Diagnostic, Méthodologies, Intelligence Artificielle, Système de télésurveillance.

1 INTRODUCTION

L'approche moderne de la maintenance vise à remplacer les politiques de maintenance corrective par des politiques de maintenance préventive, à titre d'exemple, l'objectif de la maintenance conditionnelle qui est une forme de la maintenance préventive est de suivre l'état de l'outil de production lors de son fonctionnement, afin de n'intervenir que lorsque le suivi de certains paramètres l'indique.

La migration vers des stratégies de maintenance préventive fait appel à des moyens technologiques, et des outils d'aide à la prise de décision adéquats. En effet, cette mutation d'une situation où on « subit la panne » à une situation où on « maîtrise la panne », nécessite quelques moyens technologiques, ainsi que la connaissance des techniques d'analyses appropriées [1]. C'est dans ce contexte que la surveillance intervient avec ses deux fonctions principales : la détection et le diagnostic.

D'une part, la détection de défauts a une importance capitale pour la prise de décision dans la mesure où il permet de prévoir une intervention dans les meilleurs délais avant que l'état devienne critique et d'autre part, l'objectif de la fonction diagnostic est de rechercher les causes et de localiser les organes responsables de la dérive de fonctionnement. L'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle donne la possibilité de surveiller le système de production dans un environnement dynamique en l'absence d'un modèle du système ce qui présente un intérêt majeur pour l'industrie. Ces techniques sont qualifiées de haut niveau et orientées vers la communication avec l'expert dans le but de faciliter la prise de décision en matière d'intervention de la maintenance. De plus, l'essor et l'émergence des nouvelles technologies d'information et de communication ces dernières années, a fait instaurer et privilégier la surveillance à distance définie par la télésurveillance. Cette télésurveillance s'effectue via un réseau de télécommunication, en faisant appel à des réseaux filaires (Fibre optique, Téléphone,...) ou non filaires (Infrarouge, Bluetooth, Wifi,...).

Cet article s'organise de la manière suivante : dans un premier temps nous allons présenter les méthodologies de surveillance basées sur les outils de l'intelligence artificielle pour la surveillance des machines de production, par la suite, nous ferons un état d'art de l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle pour la surveillance. En dernier lieu, nous allons mettre en œuvre notre contribution à la conception d'un système de télésurveillance pour la maintenance préventive, en présentant l'architecture du système selon une approche fonctionnelle.

2 LA SURVEILLANCE

2.1 LA SURVEILLANCE ET SES FONCTIONS PRINCIPALES

La surveillance est un dispositif passif, informationnel, qui analyse l'état du système, et fournit des indicateurs. Elle consiste notamment à détecter et classer les défaillances en observant l'évolution du système [2]. Cette phase est suivie par l'opération de diagnostic, qui vise à localiser et à remonter à l'origine des défaillances des organes du système surveillé. Ainsi, la surveillance est constituée par deux fonctions principales et complémentaires, qui sont la détection et le diagnostic.

La détection des défaillances du système passe par une classification des modes observés de fonctionnement du système. La finalité est de distinguer les modes normales et les modes anormales du système. Quant au diagnostic, étant donné un ensemble de manifestations observées, il s'agit d'expliquer leur présence, de remonter aux causes, en utilisant un savoir sur le système de production considéré. Ainsi, la fonction de diagnostic comporte deux sous fonctions, à savoir : la localisation des organes défaillants et, l'identification des causes qui ont contribué à ce mode anormal.

2.2 LES METHODOLOGIES DE SURVEILLANCE BASEES SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE LANGUE

Ces méthodes sont orientées vers la communication avec l'opérateur et se basent sur l'extraction d'une information exploitable à partir d'un package d'information. Elles sont donc utilisées pour l'interprétation des alarmes et l'aide à la décision [3]. En effet, l'information la plus complète possible est extraite à partir des signaux délivrés par les capteurs sous forme d'indicateurs. Cette information est traitée ensuite pour la rendre plus robuste et plus pertinente, l'ensemble d'indicateurs pertinents est utilisé par la suite comme vecteur d'entrée aux classificateurs permettant d'assigner les différentes instances et observations aux modes de fonctionnement [4].

Ainsi, la fonction surveillance par les outils de l'intelligence artificielle est considérée comme une application de reconnaissance de formes. Celles-ci constituent le vecteur d'entrée représenté par les données fournies par les capteurs installés sur la machine, ainsi que les classes qui définissent les modes de fonctionnement.

Par conséquent, l'ensemble des états est homologué à un ensemble de classes et le vecteur forme est le vecteur des composantes des paramètres observés sur le système [5].

L'intérêt de l'utilisation des outils de l'intelligence artificielle, réside dans le fait, qu'ils permettent de traiter une grande quantité d'informations, de présenter une approche unifiée en ayant la capacité de traiter les données numériques et symboliques, et de faire des extrapolations à partir de données parfois incomplètes.

L'approche de surveillance par reconnaissance des formes permet d'associer un ensemble de mesures (continues ou discrètes) effectuées sur le système à des états de fonctionnement connus. Cette fonction permet d'avoir une relation d'un espace caractéristique vers un espace de décision [1].

Afin d'appréhender cet approche de surveillance, plusieurs outils sont à la disposition des chercheurs, on retrouve notamment, les outils statistiques de reconnaissance de formes, les réseaux de neurones, la logique floue, et les systèmes expert. Ces outils mettent l'accent sur deux notions principales, à savoir : l'apprentissage et la reconnaissance.

2.2.1 LES OUTILS STATISTIQUES DE RECONNAISSANCE DE FORMES

La finalité de ces outils est de pouvoir décider de l'appartenance, de tout vecteur d'entrée (vecteur de forme) à un monde fermé, dans le cas des classes connues ; où à une classe de rejet dans le cas où toutes les classes ne sont pas identifiées par l'utilisateur, c'est la notion de monde ouvert.

Cette technique peut se montrer insuffisante, dans la mesure où elle suppose une connaissance préalable (une connaissance à priori) de tous les états de fonctionnement, sans prendre en compte l'évolution du système [6], pour dégager la totalité des classes possibles.

2.2.2 LES RÉSEAUX DE NEURONES POUR LA RECONNAISSANCE DE FORME

Les réseaux de neurones sont des techniques puissantes de traitement non linéaires de données, qui ont fait leurs preuves dans de nombreux domaines. Ils sont utilisés essentiellement à résoudre les problèmes de classification, de reconnaissance de formes, d'association, et d'extraction de caractéristiques d'identification [7].

En fait, l'exploitation par le personnel de la maintenance d'un système de surveillance, repose sur le principe de comparer les signaux collectés via les capteurs, avec des signaux de référence, et d'associer aux changements de formes des signaux collectés, l'existence d'une éventuelle défaillance.

La multitude d'indicateurs à surveiller et à croiser, la difficulté d'interprétation d'une forme, d'une valeur, rendent délicates les opérations de suivi, d'où la nécessité de mettre en œuvre un système d'analyse automatique des mesures fournies par les capteurs installés sur le système.

C'est dans ce cadre que les réseaux de neurones apportent un grand intérêt, en analysant les signaux délivrés par les capteurs dans le réseau de neurone, et en recherchant selon des critères préétablies, la présence d'une défaillance ou une indication sur sa gravité. L'utilisation des réseaux de neurones permet de garantir une capacité d'apprentissage, ainsi qu'une capacité de généralisation, de plus, elle offre un traitement rapide grâce au parallélisme dans le traitement.

2.2.3 LA LOGIQUE FLOUE POUR LA RECONNAISSANCE DE FORME

La logique floue offre la possibilité de formaliser la représentation et le traitement des connaissances imprécises ou approximatives à cause de la présence du facteur humain.

En effet, l'incapacité de l'homme face à la reconnaissance des langages, la compréhension des intentions et la prise de décision dans l'incertain. Cette incapacité provient de l'aptitude humaine à penser et à raisonner en termes imprécis, non qualitatifs « flous ». C'est une méthodologie de contrôle qui simule des pensées humaines par l'intégration des imprécisions propre à chaque système physique.

Dans le cadre de la surveillance, l'expert humain exprime des connaissances ou des données dans un langage naturel fondamentalement imprécis. La logique floue permet donc d'une part, de prendre en compte les imprécisions inhérentes aux données, et d'autre part de rendre compte de l'expression des règles qui permettent de formaliser un diagnostic.

2.2.4 LE SYSTEME EXPERT POUR LA RECONNAISSANCE DE FORME

Un système expert est un système informatique destiné à résoudre un problème précis, à partir d'une analyse et d'une représentation des connaissances et du raisonnement d'un ou plusieurs spécialistes [8].

Dans un système expert, on retrouve trois éléments principaux à savoir :

- Une base de connaissance avec une base de faits, qui englobe toutes les observations faites sur le système à surveiller, et une base de règles qui modélise la connaissance du système.

- Un moteur d'inférence qui représente un outil informatique, développé dans le but de raisonner et de faire des déductions.
- Des interfaces utilisateurs qui offrent une consultation souple du système expert et qui permettent de faire la vérification et la mise à jour des bases de connaissance.

Une règle est de la forme « si tel fait est attesté alors effectuer telle action ». Une action peut être l'ajout d'un fait, le retrait d'un fait ou la modification d'un fait existant dans la mémoire de travail.

Développer un système expert ne consiste pas à développer un mécanisme d'inférence, mais à représenter les connaissances. La première difficulté est de récupérer la connaissance auprès des experts humains, la deuxième de la représenter sous forme de règles.

3 ETAT D'ART DE LA SURVEILLANCE PAR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les applications de l'intelligence artificielle touchent pratiquement tous les domaines, en particulier les industries militaires et aéronautiques, les industries pétrolières, chimiques, pharmaceutiques, le transport, les télécommunications, le domaine médical ainsi que la sécurité des biens et des citoyens.

Le premier système expert, appelé DENDRAL, fut créé en 1969, pour la tâche spécialisée, qui consiste à déterminer la structure moléculaire d'une molécule, à partir de sa formule et les résultats de sa spectrométrie de masse. Après le succès de DENDRAL, d'autres systèmes experts furent créés, notamment le système MYCIN, qui réalisait l'une des fonctions de la surveillance qui est le diagnostic des infections sanguines, MYCIN réussissait à diagnostiquer à un niveau proche des experts humains.

Au début des années 80, l'entreprise DEC commença à utiliser un système expert d'aide à la configuration des systèmes informatiques, ce qui leur permit d'économiser des dizaines de millions de dollars. C'était le déclic pour beaucoup de grandes entreprises qui commencèrent à s'intéresser à l'intelligence artificielle et à former leurs propres équipes de recherche. Le programme européen de recherche INDECT, lancé en 2009, par la commission européenne, qui a chargé le consortium INDECT, de mettre en place un système intelligent d'information permettant l'observation, la recherche et la détection, en vue d'assurer la sécurité des citoyens dans un environnement urbain. Le but est en fait, la détection automatique des menaces, des comportements anormaux ou de violences. Mieux qu'INDECT, deux sociétés privées américaines, ont conçu en 2014 deux systèmes permettant la détection automatique des comportements suspects à partir des images de caméra de surveillance grâce à l'intelligence artificielle. Il s'agit des deux firmes TrapWire et BRS labs. Le programme AISight élaboré par BRS labs, se base sur des algorithmes complexes, et utilise une véritable "intelligence artificielle" via un "réseau de neurones artificiels" qui voit, apprend, et devient plus intelligente avec le temps, affinant les alertes, et la détection de comportements suspects de plus il aurait "la capacité d'apprendre à partir de ce qu'il observe, et de s'améliorer, sans interaction manuelle.

Dans le domaine médical, [9] ont proposé le prototype d'un système intelligent de surveillance d'agitation chez les personnes atteintes de démence (malades d'Alzheimer) à l'hôpital. L'objectif était de démontrer qu'il est possible de détecter certaines pathologies cliniques à l'aide d'un réseau de capteurs environnementaux à faible coût, tels que des capteurs acoustiques, de pression ou ultrason, ces derniers jouant le rôle de détecteurs de mouvement. En mesurant l'intensité et la durée du mouvement par rapport à l'ensemble des mouvements corporels, le système arrive dans un premier temps à distinguer 59% des cas d'agitation à l'aide uniquement des capteurs ultrasons, puis dans un second temps, 73% en tenant compte des détecteurs de pression. Ce taux peut atteindre, par la fusion de tous les capteurs, 94% d'efficacité.

De même en 2010, Link Care Services (LCS) a proposé un système de surveillance intelligent au service des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer et des aidants qui les accompagnent. Il s'agit d'un dispositif capable de détecter les mouvements anormaux, des situations critiques dans lesquelles sont mis ces personnes fragiles, et d'envoyer l'alerte. De plus ce système autonome permet aux aidants de bénéficier quotidiennement de moments de répit, et ce en toute sécurité et en toute sérénité. En effet, L'aidant déclenche et éteint le système quand il le souhaite. Le patient n'intervient pas. Il n'a rien à faire, rien à déclencher, et ne se rend souvent pas compte de la présence du dispositif.

On trouve aussi dans la littérature plusieurs applications, dont on se limite de citer que les applications proposées dans le domaine de détection et de diagnostic de défauts.

La référence [10] utilise les réseaux de neurones à fonction radiale (RBF) pour la séparation de deux modes « normal et anormal » dans un système de distillation continu de méthyl cyclohexane à partir d'un mélange binaire toluène\ méthyl cyclohexane en utilisant les réseaux de neurones de type RBF (Radial Basis Function) pour la détection et le diagnostic de quatre défauts de fonctionnement dans une colonne de distillation.

La référence [11] présente une technique de diagnostic de défaut dans les moteurs à combustion interne. La technique proposée est basé sur l'analyse de WPT (Wavelet Packet Transform) combiné avec les réseaux de neurones artificielle (ANN) pour détecter et classifier les défauts de fonctionnement dans un moteur à combustion interne dans divers régimes.

En 2011, dans le cadre du projet R& Surfer de surveillance en temps réel de la maintenance des trains, le groupe Bombardier a élaboré un système qui permet d'anticiper les pannes et de réduire les coûts de maintenance avec un système d'alerte intelligent, indiquant les réparations nécessaires.

La référence [12] utilise les méthodes k-ppv, les réseaux RBF et SVM pour la détection et le diagnostic de défauts d'usure des galets du système de guidage d'un tramway sur pneumatiques. L'exécution de ces méthodes de classification donne des résultats très satisfaisants en particulier le classifieurs SVM. Il montre une grande robustesse et une bonne capacité de généralisation avec une base d'apprentissage de dimension faible.

Dans le domaine de la maintenance des installations électriques, [13] a mis un système d'aide à la maintenance préventive par la détection précoce et le diagnostic des défauts du tableau électrique, qui se base sur le système d'acquisition de données déjà existant dans la division des services de Schneider-Electric. Ce système comprend les capteurs de température sans fil et les éléments communicants de mesure du courant. Deux méthodes ont été testées. La première est la comparaison du comportement thermique de l'armoire par rapport à un modèle physique du tableau supposé sain. La deuxième utilise la capacité d'apprentissage des réseaux de neurones pour reconnaître les cas de défaillances.

La référence [14] présente un dispositif embarqué sur un disjoncteur moyenne tension MT qui permet de surveiller les conditions de son fonctionnement, et proposons un schéma d'organisation du transfert et du traitement des données, en utilisant les techniques et technologies de l'intelligence artificielle.

D'autre part, les applications dans la maintenance préventive par analyse vibratoire sont nombreuses. Ces applications se traduisent par le suivi des roulements à billes d'un moteur électrique, la surveillance de boîte à vitesse d'hélicoptères, et le diagnostic de défauts combinés sur les machines tournantes.

La référence [15] présente une approche qui se base sur l'extraction d'un vecteur de paramètres, appelé vecteur forme (VF), sur chacune des mesures effectuées sur la machine. Leurs travaux portent sur la sélection d'un nombre réduit de paramètres pertinents pour représenter les signatures vibratoires des défauts d'une boîte de vitesse CH-46 d'un hélicoptère de la marine américaine.

Dans le domaine naval, [16] traite le diagnostic à distance de l'huile de lubrification marine à l'aide de système de capteurs intelligents en développant un logiciel pour un appareil de traitement basé sur des capteurs pour surveiller en continu le système de lubrification d'un navire. Le système surveillera les propriétés principales de l'huile de lubrification : viscosité, eau dans l'huile, indice d'alcalinité et impuretés, ainsi que sa dégradation. Il permet une compréhension plus précise de l'état et de l'usure du moteur élément principal dans Le système de propulsion d'un navire.

4 CONTRIBUTION À LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE

La mise en œuvre d'une stratégie de maintenance prévisionnelle nécessite :

- de réaliser des mesures périodiques ou continues de paramètres observables et significatifs de l'état de dégradation du système de production avec l'usage d'un appareillage approprié.
- De valider ces données, d'analyser leur évolution et d'établir un diagnostic en cas d'anomalie.
- De planifier des interventions de maintenance en fonction de la prévision du franchissement des seuils, [17].

Sur la base de ces préconisations, et en faisant une projection sur un système de télésurveillance, qui fait appel à la notion de surveillance à distance et en temps réel, de système doit remplir certaines fonctions. Il s'agit des fonctions : surveiller à distance, diagnostiquer à distance et réaliser un pronostic de l'état du système de production, sujet de la télésurveillance, ainsi que le paramétrage à distance. Ceci dans le but, d'anticiper les défaillances par la mise en œuvre d'un plan de maintenance, dans le cadre d'une fonction d'aide à la décision.

Ainsi, la télésurveillance des systèmes de production, est un ensemble d'actes et de processus, utilisant la transmission à distance de données provenant des capteurs installés sur ces systèmes, ainsi que les nouvelles technologies de l'information et de communication. Ceci, dans le but de permettre à un professionnel de maintenance de prendre une décision au niveau des actions de la maintenance, suite au traitement et analyse de ces données par des moyens et outils spécifiques.

L'avancée des technologies des télécommunications et de l'électronique a permis d'offrir des perspectives intéressantes dans l'utilisation de système de la télésurveillance des systèmes de production. Un tel système doit être conçu, dans le but de répondre aux exigences d'une politique de maintenance préventive prévisionnelle.

4.1 ANALYSE FONCTIONNELLE D'UN SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE

L'analyse fonctionnelle, est un outil générique d'aide à la conception d'un système de télésurveillance, dans la mesure où elle permet de synthétiser les besoins auxquels répond un tel système. Ainsi, la phase préliminaire, consiste à définir les principaux éléments de l'environnement, en interaction avec le système de télésurveillance.

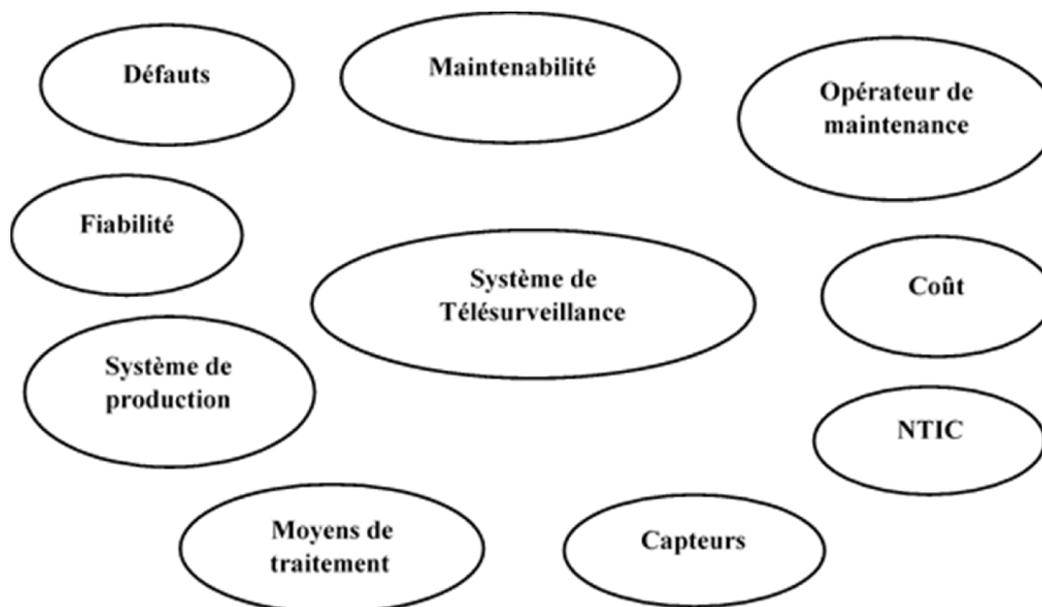


Fig.1. Éléments environnementaux d'un système de télésurveillance

Le système de télésurveillance doit prendre en compte la spécificité du système de production à surveiller, avec ses éventuels défauts, les technologies des capteurs classiques ou intelligents, les exigences de coût, de fiabilité, et de maintenabilité, de plus il doit garantir le confort d'interprétation pour l'opérateur de maintenance, en tenant compte de sa mobilité, tout en exploitant les NTIC.

Afin de contribuer à la conception d'un système de télésurveillance, une démarche rigoureuse est nécessaire, afin de préciser les relations qui existent entre les éléments de l'environnement du système. Pour ce faire, nous allons définir les fonctions de service, dissociées en fonctions principales FP, et en fonctions contraintes FC. Ainsi, le diagramme pieuvre d'un système de télésurveillance est le suivant :

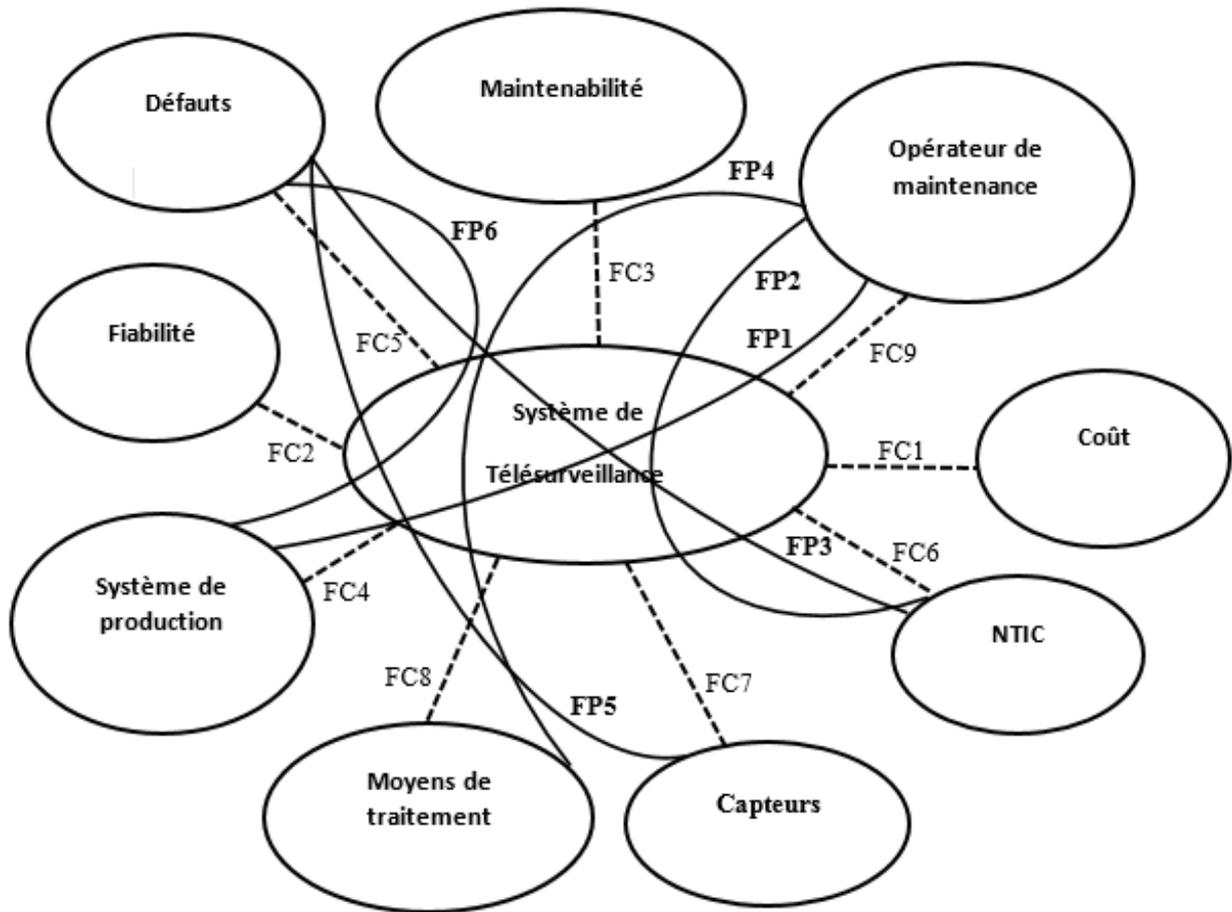


Fig.2. Diagramme pieuvre d'un système de télésurveillance

Les fonctions principales ainsi que les fonctions contraintes sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau1. Fonctions principales et contraintes d'un système de télésurveillance

Fonction principale 1	Permettre à l'opérateur de maintenance de surveiller facilement l'évolution du système de production
Fonction principale 2	Informar à distance et faciliter la prise de décision à l'aide des NTIC
Fonction principale 3	Assurer la traçabilité et l'archivage des données sur les défauts, pour constituer la base d'apprentissage
Fonction principale 4	Définir les moyens de traitements nécessaires et suffisants au diagnostic par l'opérateur de maintenance
Fonction principale 5	Définir les capteurs de mesures selon la nature de défauts possibles
Fonction principale 6	Identifier une base de données de défauts à surveiller sur le système de production.
Fonction contrainte 1	Elaborer un système de télésurveillance, le moins onéreux possible
Fonction contrainte 2	Permettre d'avoir une grande fiabilité
Fonction contrainte 3	Garantir une maintenabilité des composants du système
Fonction contrainte 4	Tenir compte des caractéristiques et paramètres des constituants du système de production
Fonction contrainte 5	Etre reconfigurable, suite à l'apparition de nouveaux défauts sur le système.
Fonction contrainte 6	Faciliter l'intégration et l'exploitation des NTIC
Fonction contrainte 7	Etre capable d'intégrer facilement les technologies de capteurs
Fonction contrainte 8	Permettre la mise à jour des moyens de traitement
Fonction contrainte 9	Prendre en considération les exigences et les limitations de l'opérateur de maintenance

Suite à cette analyse fonctionnelle, un système de télésurveillance doit respecter certaines exigences :

- Facilité d'utilisation : le système doit être simple et ergonomique via des interfaces simples.
- Faible coût de déploiement : le matériel utilisé dans le cadre de la télésurveillance doit être indépendant de l'environnement de l'opérateur de maintenance, ainsi la technologie sans fil s'impose.
- Mobilité des opérateurs de maintenance : le système de télésurveillance doit tenir compte de cette contrainte, par la mise à leur disposition de dispositifs technologiques (tablettes, smartphones) afin d'être informés en continu et d'avoir en permanence la possibilité d'y accéder partout.
- Paramétrage et la reconfiguration : le système de télésurveillance doit permettre le paramétrage à distance, et la reconfiguration grâce à la technologie des capteurs intelligents. En fait, le développement, de la microélectronique a permis d'intégrer de nouvelles technologies, au sein des capteurs, celles de l'intelligence embarquée. Grâce au numérique, de nouvelles fonctionnalités sont disponibles : correction des erreurs, auto ajustage, reconfiguration et communication numérique, [18].

Les notions de paramétrage et de reconfiguration rendent le système plus intelligent, dans la mesure où, il serait capable de se reconfigurer, selon les compétences de l'opérateur de maintenance, et les reconfigurations du système de production. De même, les notions d'extension et de mise à jour traduisent aussi l'aspect de paramétrage et reconfiguration : le système doit offrir la possibilité d'extension et de mise à jour du système à surveiller, par exemple l'ajout d'une nouvelle machine au système, ou des capteurs supplémentaires à installer ou à retirer à la chaîne de mesure.

4.2 ARCHITECTURE RÉSEAU D'UN SYSTÈME DE TÉLÉSURVEILLANCE

Cette architecture réseau est basée sur la mise en place de deux serveurs (local et distant). Le choix d'une architecture distribuée est justifié par la nécessité de sécuriser et d'enregistrer les données capteurs installés sur le système de production, sur un serveur distant hébergé (centralisation et traitement de calcul). Ce qui permet également de gérer plusieurs machines à partir d'un seul serveur de calcul et de traitement. L'utilisation de capteurs intelligents permet d'envoyer grâce à une communication sans fil les données au serveur local de données. Le serveur local (serveur de données) est connecté au réseau internet. Cette connexion permet d'avoir la possibilité de l'envoi des données recueillies vers le serveur de calcul et de traitement (serveur distant). Ainsi, les opérateurs de maintenance peuvent consulter les informations hébergées sur ce serveur en permanence.

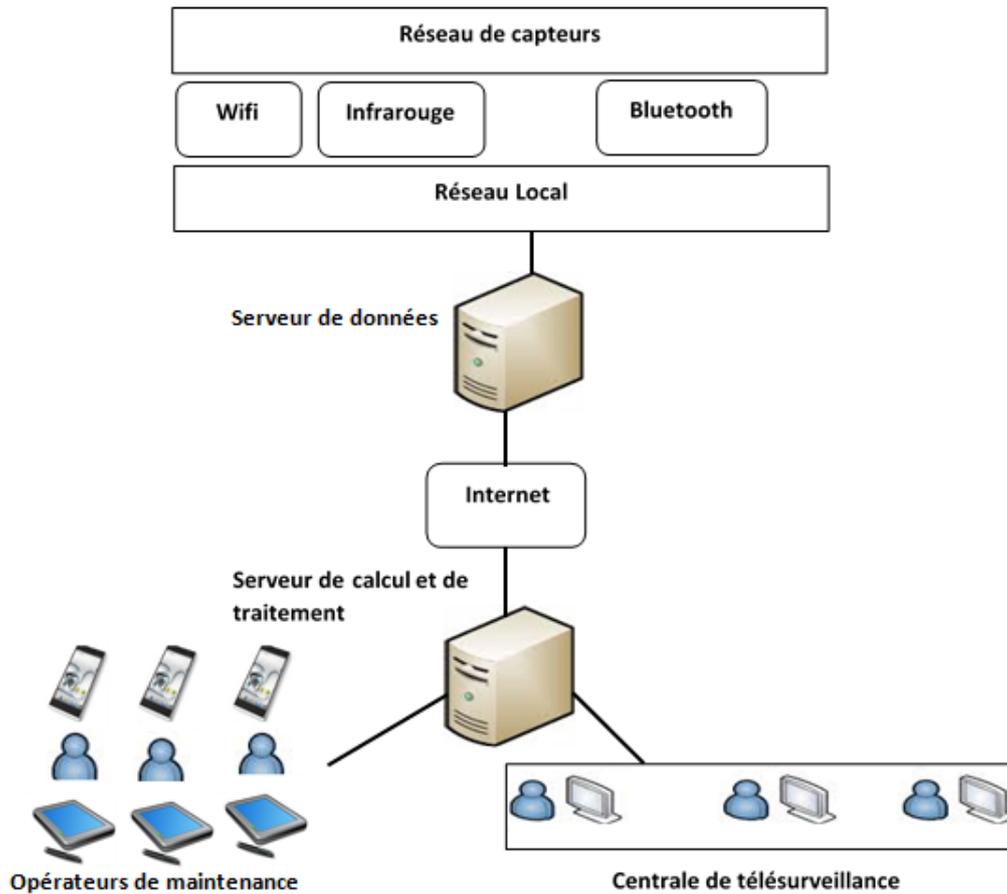


Fig.3. Architecture réseau d'un système de télésurveillance

4.3 DIAGRAMME DES CAS D'UTILISATION

La conception d'un tel système, doit commencer par l'identification des cas d'utilisations.

Nous pouvons identifier plusieurs profils à savoir :

- Staff Technique : c'est un utilisateur qui fait les opérations sur le système
- Manager : Son rôle est de l'ordre organisationnel. Il planifie surtout les interventions
- Utilisateur simple : On peut lui déléguer les tâches d'un membre du staff, ou du manager selon le besoin.

Ainsi, nous présentons le diagramme des cas d'utilisations suivant :

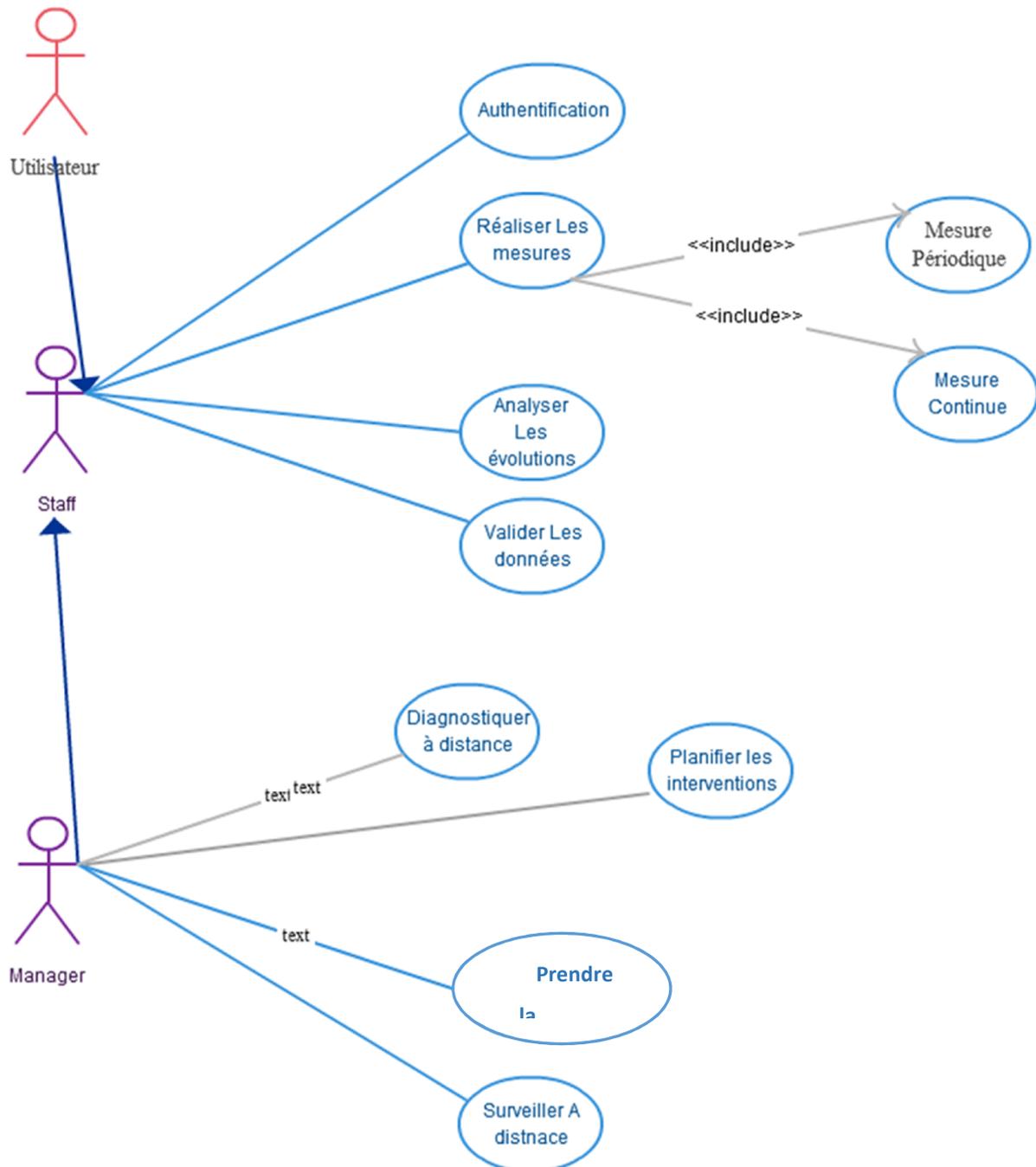


Fig.3. diagramme des cas d'utilisation d'un système de télésurveillance

Ce système doit avoir la capacité d'être multi support. De ce fait, nous devons donner à l'utilisateur le choix entre les applications mobiles pour suivre les indicateurs, des applications web, ou carrément de planifier et configurer à travers une application installée sur un poste fixe (Windows). Comme indiqué sur la figure ci-dessous, les données seront envoyées d'une façon cryptée sur un système hautement sécurisé en termes d'accès.

Un système de duplication de base de données sera mis en œuvre à fin d'avoir une base toujours accessible, si un serveur tombe momentanément en panne. Le serveur d'application (App server) sera aussi hautement disponible à travers un système de balance, qui permet d'équilibrer les charges.

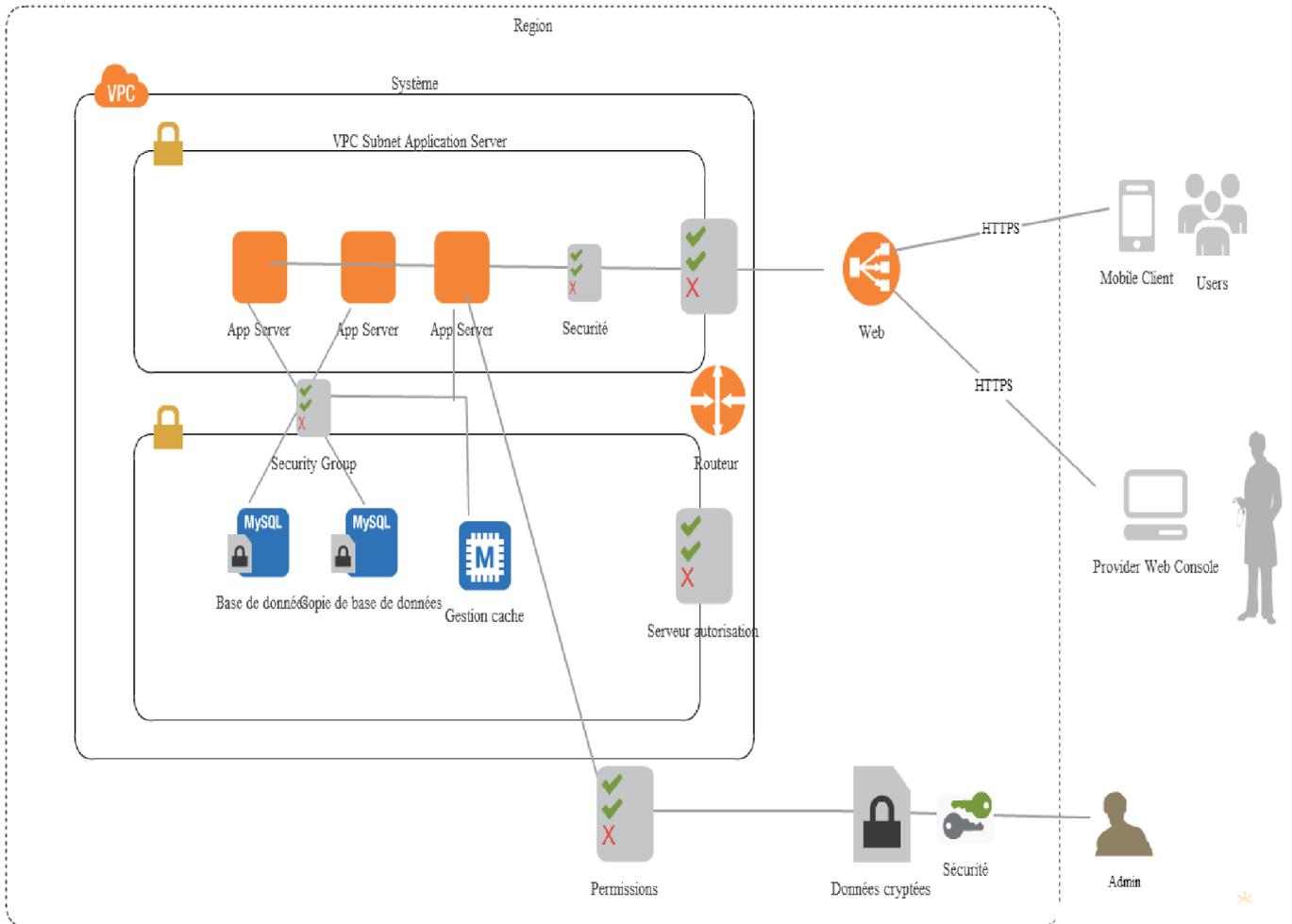


Fig. 4. architecture système de télésurveillance

Conceptuellement, le système doit être conçu sur plusieurs couches, afin d'être évolutif, ainsi les couches qui s'imposent sont :

- Une interface web qui permet de récupérer les valeurs, les valider côté interface, ou de les afficher.
- Une couche de contrôle qui permet de Contrôler la requête reçue, à travers une authentification, puis de l'envoyer vers la couche la plus basse, ou vers l'interface utilisateur.
- Une couche de façade, qui va faire appel au service adéquat, et faire le traitement nécessaire, puis appeler la couche accès aux données.
- Couche accès aux données : Permet de lire à partir de la base, ou d'écrire.

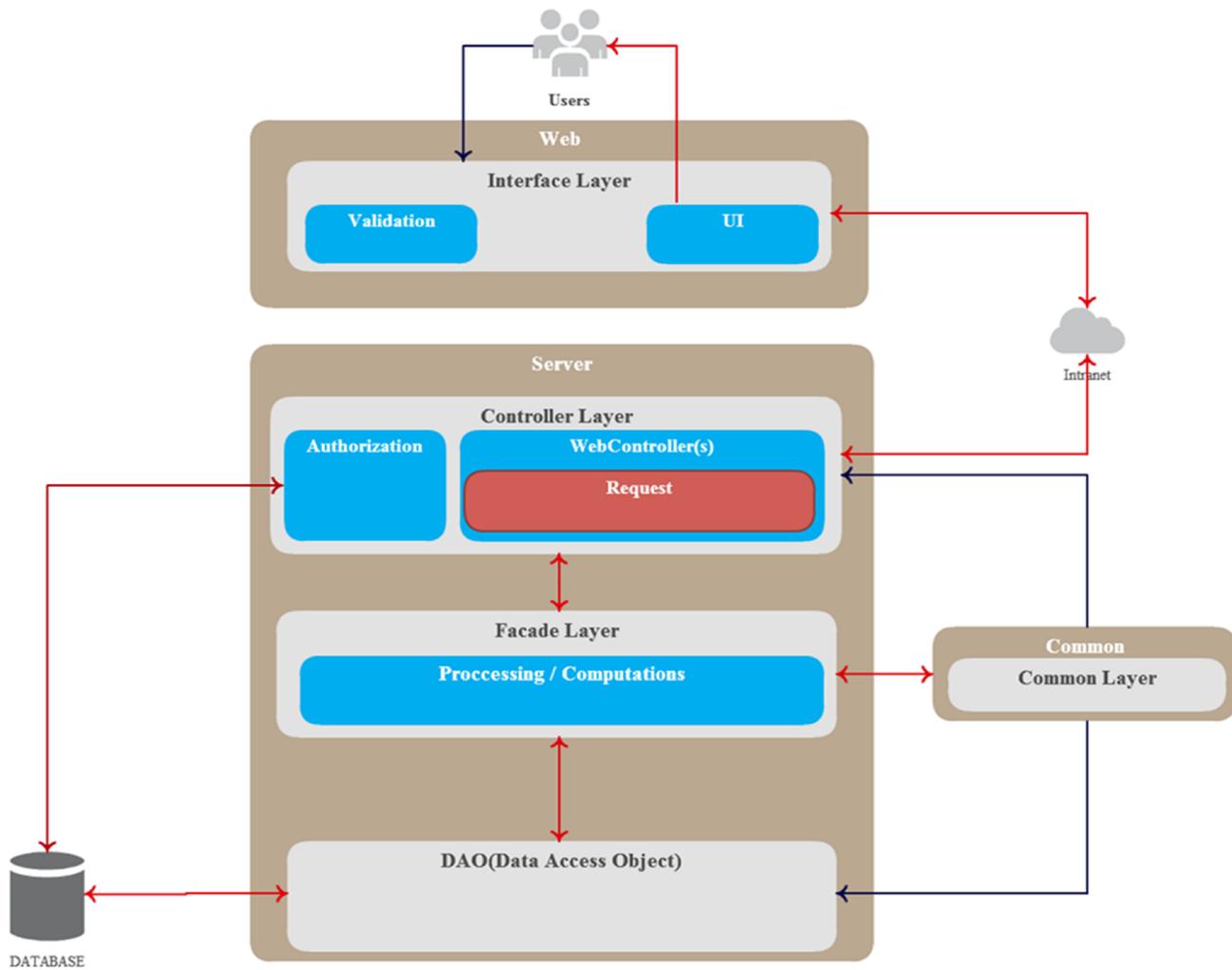


Fig.4. différents couches d'un système de télésurveillance

5 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté les différentes méthodologies de la surveillance des systèmes de production, par la suite nous avons fait un état d'art de l'utilisation des outils de l'intelligence artificielle en surveillance dans les différents domaines. Ainsi, l'intelligence artificielle offre des outils totalement découplés de la structure du système, ne nécessitant pas sa modélisation préalable, et permet un suivi en temps réel de son évolution. Ceci dans le but de faciliter et apporter de l'aide à la maintenance prévisionnelle. Nous avons aussi présenté une contribution à la conception d'un système de télésurveillance selon une approche fonctionnelle. Cependant, pour rassembler toutes les informations nécessaires pour la prise de décision, on fera appel à d'autres informations que les valeurs qualitatives fournies par les capteurs, comme les capacités sensorielles (odorat, toucher, ouïe, vision...), ainsi que les connaissances préalablement acquises avec d'autres systèmes traduites par le retour d'expérience. Par conséquent, la question qui s'impose est ce que l'intégration des capteurs intelligents dans la surveillance pourrait garantir une automatisation complète, sans présence de l'expert humain ?

De plus, un système de télésurveillance robuste, doit tenir compte des incertitudes et des imprécisions lors de l'acquisition des informations, des capacités de reconfiguration et d'évolution avec le système, et nécessite une confrontation avec un retour d'expérience.

RÉFÉRENCES

- [1] Zemmouri R., Contribution à la surveillance des systèmes de production à l'aide des réseaux de neurones dynamiques : Application à la e-maintenance, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 28 Novembre 2003.
- [2] Racoceanu D., Contribution à la surveillance des Systèmes de Production en utilisant les Techniques de l'Intelligence Artificielle, Rapport de recherche, 2007.
- [3] Baseville M., Cordier M., Surveillance et diagnostic de systèmes dynamiques: approche complémentaire du traitement de signal et de l'intelligence Artificielle, Rapport INRIA, n° 2861, 1996.
- [4] Khelef I., Diagnostic des machines tournantes par les techniques de l'intelligence artificielle, Thèse de doctorat, Université Badj Mokhtar - Annaba, 2013.
- [5] Dubuisson B., Boutleux E., Dague P., Denoeux T., E. Didelet, Y. Gandvalet., Masson M., « Diagnostic, Intelligence Artificielle et reconnaissance de formes », Ed. Hermès, 2001.
- [6] Denoeux T., Masson M., Dubuisson B., « Advanced pattern recognition techniques for system monitoring and diagnosis: a survey », *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, p.1509-1539,1998.
- [7] Weinfledi M., "Réseaux de neurones", Techniques de l'ingénieur, traité informatique H1990., 1990.
- [8] Zwingelstein G., « Diagnostic des défaillances: Théorie et pratique pour les systèmes industriels », Ed. Hermès, 1995.
- [9] Biswas J., Jayachandran M., Shue L., Xiao W., Yap P., "An extensible system for sleep activity pattern monitoring, in Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information", 3rd International Conference on ISSNIP, p. 561–565, 2007.
- [10] Manssouri I., Chetouani Y., El Kihel B., "Using neural networks for fault detection in a distillation column", *Int. J. Computer Applications in Technology*, Vol. 32, n° 3, p.181-186, 2008.
- [11] Wu, J.D., Liu, C.H., "An expert system for fault diagnosis in internal combustion engines using wavelet packet transform and neural network". *Expert Systems with Applications*, In Press, Corrected Proof, 2008.
- [12] Mamar, Z., Chainais P., Aussem. A., "Diagnostic de l'usure des galets du système de guidage d'un tramway sur pneumatiques". Journées d'Etudes Reconnaissance des Formes : « Quelles méthodes pour quelles applications », ENSTA Paris, France, 2006.
- [13] N'Guessan K., Méthodes et outils d'aide au diagnostic et à la maintenance des tableaux électriques généraux par le suivi des grandeurs physiques caractéristiques et de leur fonctionnement, Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Grenoble, 7 Décembre 2007.
- [14] Nouvellon M., Billet A., Guise L., Ianeselli JC., Système de surveillance embarqué sur un disjoncteur MT., Schneider Electric Industries SAS - France, 2003.
- [15] Fedala S., Felkaoui A, Zegadi R et Ziani R., « Optimisation des paramètres du vecteur formé : application au diagnostic vibratoire automatisé des défauts d'une boîte de vitesse d'un hélicoptère », *Revue de Matériaux Techniques*, 19 Juin, 2009.
- [16] Baglee D., « Diagnostic à distance de l'huile de lubrification marine à l'aide de systèmes de capteurs intelligents », *Magazine of Marine Maintenance Technology International*, Octobre 2014.
- [17] Norme AFNOR NF X 60-000, « *Maintenance Industrielle: Fonction Maintenance* », Ed. Afnor, Paris, Mai 2002.
- [18] Brissaud F., Charpentier D., « Capteurs intelligents : Nouvelles technologies et nouvelles problématiques pour la sûreté de fonctionnement ». *16ème congrès de Maitrise des Risques et de sûreté de fonctionnement*. Avignon, Octobre 2008.