

ISSN 1727 – 8651

JOURNAL  
*de la*  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
*de*  
L'UNIVERSITÉ DE LOMÉ



LOME - TOGO

Le Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé est  
référéncé dans African Journal on Line (AJOL) [[www.inasp.org/ajol](http://www.inasp.org/ajol)]

**VOLUME 21**  
**(2019)**

**Numéro 4-3**

|

|

## **Instructions aux auteurs (Directives aux auteurs)**

Le Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé est un journal international et pluridisciplinaire qui publie des travaux de recherche rédigés en français ou en anglais. Les domaines couverts par le journal sont les huit définis par le Réseau pour l'excellence de l'enseignement supérieur en Afrique de l'Ouest (REESAO) :

- *Lettres, Langues et Arts ;*
- *Sciences de l'Homme et de la Société*
- *Sciences de l'éducation et de la Formation*
- *Sciences et Technologies*
- *Administration, Sciences Juridiques et Politiques*
- *Sciences Economiques et de Gestion*
- *Sciences de l'agriculture, de l'alimentation et de la nutrition*
- *Sciences de la Santé*

Le journal reçoit des articles originaux, des revues de la littérature, des petites communications, des commentaires et critiques d'articles et des études de cas. Les articles soumis ne doivent pas avoir été publiés antérieurement, ni être actuellement soumis au processus d'évaluation d'une autre revue scientifique.

Le journal s'engage à ce qu'il n'y ait pas de retard dans la procédure d'évaluation, et réduire considérablement le délai pour émettre l'avis final : (au plus tard quatre (4) semaines après la soumission). Les articles soumis doivent impérativement suivre le format de l'article type (exemplaire).

### **Périodicité**

Chaque volume du journal paraît en quatre numéros par an (mars, juin, septembre, décembre).

Le comité de rédaction fixe le délai des appels à contribution à un mois avant le numéro à venir.

### **Processus de Soumission**

Les auteurs doivent lire attentivement les instructions aux auteurs avant d'entamer le processus de soumission.

La soumission d'articles est acceptée exclusivement via la page de soumission sur

le site du journal. En cas de difficultés, les manuscrits seront soumis par voie électronique à l'adresse suivante : [jrsultg@gmail.com](mailto:jrsultg@gmail.com) ou [jrsultg@univ-lome.tg](mailto:jrsultg@univ-lome.tg).

Les manuscrits doivent être soumis via Open Journal Systems (OJS), pour la préparation des manuscrits, voir les lignes directrices de l'auteur.

Le manuscrit doit être accompagné d'une lettre d'engagement (exemplaire disponible) signée par l'auteur correspondant. La Lettre d'engagement, datée et signée à l'encre bleue, doit être soumise en tant que fichier supplémentaire pendant la procédure de soumission du manuscrit (en format pdf). Les manuscrits qui ne sont pas accompagnés d'une lettre d'engagement seront automatiquement rejetés.

### **Présentation du manuscrit**

Le manuscrit, saisi en format A4, colonne double avec 2,0 cm de marges et (Word : Times New Roman, 12, interligne simple), doit comprendre les parties suivantes :

- **Titre de l'article** : En majuscule, il doit être court et très explicite, en français et en anglais
- **Les auteurs** : Les noms et prénoms des auteurs (le nom en Majuscule et les initiales des prénoms ex : AGBAVON K. J., les affiliations (noms et adresse des institutions) ainsi que leurs adresses email. Le nom de l'auteur correspondant doit être identifié par un astérisque (\*) et son adresse électronique doit être fournie.
- **Un résumé (français) et un abstract (anglais)** : le résumé doit indiquer brièvement les objectifs de l'étude, la méthodologie suivie et les matériels, les principaux résultats obtenus (résultats qualitatifs et quantitatifs) et la conclusion. Il doit être court et précis. Le résumé est un bloc de 250 mots au maximum. Un résumé doit pouvoir présenter le travail de recherche indépendamment de l'article. Les références doivent être évitées dans le résumé. Ne pas utiliser d'abréviations, des caractères spéciaux et des formules mathématiques dans le résumé.
- **Les mots clés en français et keywords en anglais** : au maximum six (6). Les mots-clés ne doivent pas répéter les termes du titre.
- **Introduction** : elle fait le point de la revue de la littérature récente sur le sujet (justification du sujet), soulève de façon précise la problématique de la présente étude, les hypothèses ou objectifs scientifiques, les approches et énonce le plan du manuscrit.

- **Matériel et méthodes/Méthodologie** : on y décrit clairement la méthodologie utilisée. Les références des méthodes d'analyse, des équipements et des produits chimiques doivent être fournies.
- **Résultats** : cette section renferme les principaux résultats obtenus. Les résultats peuvent être présentés sous forme de figure ou de tableau dans la mesure du possible. Toutes les illustrations doivent être claires et faciles à reproduire. Elles seront insérées dans le texte et à la bonne place. On évitera les couleurs dans les tableaux. Pour les équations, il est recommandé d'utiliser un éditeur d'équations compatible en traitement de texte word. Les tableaux et les figures doivent être numérotés en chiffres arabes et doivent comporter une légende courte et explicite en français. Les unités doivent être choisies dans le Système International. Il est souhaitable d'utiliser les puissances négatives à la place des barres ( $\text{mg l}^{-1}$  et non  $\text{mg/l}$ ). Pour les noms scientifiques dans les systématiques, utiliser l'italique plutôt que souligner.
- **Discussion** : il est souhaitable de séparer la discussion des résultats. Dans la discussion, on apportera des interprétations approfondies des résultats, on montrera les liens de l'étude avec les travaux récents de la littérature et on mettra en évidence l'apport de la contribution. La discussion peut être associée directement au résultat.
- **Conclusion** : une conclusion retrace les principaux résultats et leurs contributions.
- **Remerciements** : les remerciements suivent directement la section de la conclusion. Cette section non numérotée est utilisée pour identifier les personnes qui ont aidé les auteurs dans l'accomplissement du travail présenté et de reconnaître les sources de financement. (Remerciements des contributions techniques importantes et des sources de financement de l'étude)
- **Références** (Cette section ne doit pas être numérotée.)
  - ✓ Essayez de s'assurer que toutes les références citées dans le texte sont également présentées dans la liste des références (et vice versa).
  - ✓ Évitez d'inclure des citations dans le résumé.
  - ✓ Le fait de citer une référence en tant que 'in press' signifie qu'elle fait référence à un article accepté pour publication.
  - ✓ Les citations dans le texte doivent être marquées consécutivement par des nombres arabes entre crochets (par exemple [1]).
  - ✓ Lorsque vous faites référence à un élément de référence, s'il vous plaît utilisez simplement le numéro de référence, comme dans [2].
  - ✓ Ne pas utiliser « Réf. [3] » ou « de référence [3] », sauf au début d'une

phrase, par exemple, « La référence [3] montre ... ».

- ✓ Plusieurs références sont numérotées avec des crochets distincts (par exemple [2], [6], [7], [8], [9]) Et non [2,6,7,8,9].
- ✓ Les résultats non publiés ne doivent pas figurer dans la liste des références, mais ils peuvent être mentionnés dans le texte.
- ✓ Les références doivent être présentées dans un ordre consécutif (dans l'ordre de leur apparition dans le texte).
- ✓ Pour la présentation des références on distinguera les cas suivants :

#### ✚Exemples : (en général)

##### **Des articles de revues :**

[1] S. K. Srivastava and K. Kaur, “Stability of Impulsive Differential Equation with any Time Delay,” *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 2, no. 3, pp. 280–286, 2013.

[2] O. V. ADEOLUWA, O. S. ABODERIN, and O. D. OMODARA, “An Appraisal of Educational Technology Usage in Secondary Schools in Ondo State (Nigeria),” *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 2, no. 3, pp. 265–271, 2013.

##### **Des livres:**

[11] C. Tichi, *Electronic Hearth: Creating an American Television Culture*. Oxford University Press, 1991.

[12] A. R. Jennings, *Financial Accounting*. Cengage Learning EMEA, 2001.

##### **Un chapitre dans un livre :**

[7] Mettam, G. R., and Adams, L. B., How to prepare an electronic version of your article, In: B. S. Jones, and R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age*, New York: E-Publishing Inc, pp. 281-304, 1994.

[8] O'Neil, J. M., and Egan, J., Men's and women's gender role journeys: A metaphor for healing, transition, and transformation, In: B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle*, New York, NY: Springer, pp. 107-123, 1992.

**Sites Internet** : A n'utiliser que dans des cas exceptionnels ; préciser si possible les noms des auteurs et la date de consultation

[5] Smith, Joe, One of Volvo's core values, 1999. [Online] Available: <http://www.volvo.com/environment/index.htm> (July 7, 1999).

## **Comité du Journal**

Le *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* est cogéré par trois comités, à savoir un **Comité scientifique**, un **Comité de rédaction** et un

## **Comité de lecture**

### **Sous-comité scientifique Sciences de la Santé**

Le comité scientifique est dirigé par un Directeur Scientifique qui est le Président de l'Université de Lomé.

#### ➤ Composition

- Neurologie : Pr A. Balogou (Togo), Pr Ag BELO
- Chirurgie Viscérale/ Générale : Pr DOSSEH(Togo), Pédiatrie : Pr AGBERE (Togo) ; Pr GNASSINGBE (Togo) ; Pr AKAKPO-NUMADO (Togo); Pr BALAKA (Togo)
- Ophtamologie : Pr BALO (Togo); Dr AYENA, MCA (Togo); Orthopédie/Traumatologie : Dr ABALO, MCA (Togo)
- Oto-Rhino : Pr KPEMISSI (Togo) ; Pr BOKO (Togo)
- Radiologie : Pr ADJENOU(Togo), Dr AGODA KOUSSEMA MCA (Togo)
- Rhumatologie : Pr ONIANKITAN (Togo)
- Cardiologie : Pr DAMOROU (Togo) ; Pr GOEH-AKUE (Togo)
- Psychiatrie d'adultes : Pr DASSA (Togo)
- Hématologie: Pr SEGBENA (Togo)
- Anatomie et Cytologie Pathologiques : Dr AMEGBOR MCA (Togo)
- Bactériologie – Virologie : Pr DAGNRA (Togo)
- Médecine Interne : Dr DJIBRIL MCA (Togo)
- Vénérologie / Dermatologie : Dr KOMBATE MCA (Togo)
- Pharmacologie Dr POTCHOO MCA (Togo)
- Anesthésie – Réanimation : Dr TOMTA MCA (Togo)
- Maladies Infectieuses : Dr WATEBA MCA (Togo)
- Bactériologie Virologie : Dr SALOU MCA (Togo)

## **Comité de Rédaction**

Le comité de rédaction participe à la mise en œuvre de la politique éditoriale. Il est dirigé par un Directeur de Publication qui est le Directeur de la Recherche et un responsable de section.

### **Secretariat**

Dr KOLEDZI K. Edem, MC

Dr NAPO Luc, MC

Dr ADJONOU Kossi, MA

M. Komi AGBAVON

M. Tata Koffi KUWONU

M N N'SILE

---

**JOURNAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
DE L'UNIVERSITE DE LOME (TOGO)**

---

**VOLUME 21, Numéro 4-3, Spécial, (2019)**

**SOMMAIRE**

**Sciences de la Santé**

1. ADEKANMBI A. & *al.*, (Nigeria)  
Renal replacement therapy in acute kidney injury in children: available options in Nigeria,..... 1
  
2. KOUASSI-AGBESSI B.T. & *al.* (Côte d'Ivoire)  
Etude de la sensibilité aux antibiotiques d'*escherichia coli* responsable d'infections urinaires à l'institut national d'hygiène publique (INHP) à Abidjan, ..... 7
  
3. AKPOVI D. C. & *al.* (Benin)  
Exploration de la fonction hépatique chez les conducteurs de taxi-moto priseurs de tabac au Bénin, ..... 5
  
4. NAOUNOU Amédée (Côte d'Ivoire)  
The dialectic tensions between guiltiness sensation and bravery in the psychological growth of Fleming, ..... 21
  
5. FIOGBE E.M. S., & *al.* (Benin)  
Exploration de la fonction hépatique chez les nouveau-nés déficitaires en G6pd au Bénin, ..... 33
  
6. MARTELOT G. & *al.* (Benin)  
Impact du traitement antirétroviral au Tenofovir sur les fonctions rénales chez les Pvvih au Chu de Surulere, Bénin, ..... 41
  
7. SAWADOGO Y.A., & *al.* (Burkina Faso)  
Pathologies et affections en consultation externe de gynécologie obstétrique au Chu Yalgado Ouedraogo de Ouagadougou, Burkina Faso, ..... 49
  
8. BAWE L.D., & *al.* (Togo)  
Prévalence de l'antigène de surface du virus de l'hépatite B chez le personnel des centres hospitaliers universitaires de Lomé et de Kara (Togo), ..... 55
  
9. MBA MBA C. & *al.* (Gabon)  
La clavicule flottante post-traumatique : à propos d'un cas rare traite au centre hospitalier universitaire d'Owendo et revue de la littérature, ..... 63

10. MBA MBA C. & al. (Gabon)	
Rupture bilatérale simultanée du ligament patellaire : à propos d'un cas rare traité au centre hospitalier universitaire d'Owendo et revue de la littérature, .....	69
11. DO SANTOS ZOUNON A. & al. (Benin)	
Fréquence et prise en charge des problèmes otologiques en pratique courante ORL, .....	75
12. BALAKIME E. (Togo)	
Contexte résidentiel et pratique des soins postnatals moderne après accouchement au Togo, ....	81
13. BAGNY A. & al. (Togo)	
Pathologies œsophagiennes au chu campus de Lomé, .....	95
14. BOTTI R. P. & al. (Côte d'Ivoire)	
Tuméfaction scrotale révélant un lymphome malin non hodgkinien t a localisation testiculaire au service d'hématologie clinique du chu de Yopougon à Abidjan en Côte d'Ivoire, .....	101
15. M'BORTCHE B K. & al. (Togo)	
Connaissances, attitudes et pratiques des femmes ayant des rapports sexuels avec des femmes (FSF) sur le risque des infections sexuellement transmissibles (Ist) et le Vih à Lomé,.....	107
16. FIANYO E. & al. (Togo)	
Automédication en milieu rhumatologique à Lomé (Togo), .....	115
17. TRAORE F. & al. (Côte d'Ivoire)	
Profil épidémiologiques et clinique des candidats hypertendus au hadj 2017,.....	121
18. DEGBOE Z. S. & al. (Togo)	
Alcoolodépendance : analyse factuelle d'un cas reçu au Chu Kara (Togo), .....	129
19. MAHAMAT ALI. M. A. & al. (Tchad)	
Urgences urologiques à l'hôpital général de référence nationale de N'Djamena (Tchad),.....	137
20. MOUSSA OUNTEINI A. & al. (Niger)	
Tumeur de Wilms chez les filles : aspects épidémiologiques, diagnostic et thérapeutique à propos de 33 cas,.....	143
21. SAKIYE K. A. & al. (Togo)	
Perforation de la vésicule biliaire d'origine typhique : à propos d'un cas à l'hôpital périphérique Saint Joseph de Datcha (Togo),.....	149
22. SORO T. A. & al. (Côte d'Ivoire)	
Indices biotiques et évaluation de la qualité des eaux des lacs Lokpoho et Morrisson (Haut-Bandama, côte d'ivoire), .....	155

23. MINTOGBE M. M.-M. & AMADOU SANNI M. (Benin)	
L'entrée en vie féconde à l'adolescence au Bénin : une analyse exploratoire,.....	171
24. BADJABAISSI E. & <i>al.</i> (Togo)	
Usage des médicaments à des fins abortives chez les adolescentes coiffeuses et couturières dans deux banlieues de Lomé, .....	181
25. EKOUEVI D. K. & <i>al.</i> (Togo)	
Bilan de la formation initiale à la faculté des sciences de la santé de l'université de Lomé entre 1975 et 2015, .....	189
26. DJAGADOU K. A. & <i>al.</i> (Togo)	
Parasitoses intestinales chez les revendeurs des denrées alimentaires dans la ville de Sokodé, 199	
27. EKOUEVI A. & <i>al.</i> (Côte d'Ivoire)	
Évaluation du risque de décès dans les syndromes coronariens aigus par le score de grâce en Côte d'Ivoire, .....	201
28. AFASSINOU Y. M. & <i>al.</i> (Côte d'Ivoire)	
L'infarctus du myocarde chez le diabétique : aspects évolutifs et facteurs pronostiques à l'institut de cardiologie d'Abidjan,.....	213
29. AHOUANDJINOU M. H. & <i>al.</i> (Benin)	
Internet des objets pour l'amélioration des soins de santé au Bénin, .....	223

## INTERNET DES OBJETS POUR L'AMELIORATION DES SOINS DE SANTE AU BENIN

### INTERNET OF THINGS FOR IMPROVING HEALTH CARE IN BENIN

AHOUANDJINOU M. H. <sup>1,3</sup>., MEDENOU D. <sup>1,3</sup>., PECCHIA L. <sup>2</sup>, HOUSSOUVO R. C. <sup>1, 3</sup>, ASSOGBA K. <sup>3</sup>, JOSSOU T. R. <sup>1,3</sup>

1-Département de Génie Biomédical, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Benin

2- Warwick of University, UK

3- Laboratoire d'Electrotechnique de Télécommunications et d'Informatique Appliquée, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, Benin

Adresse de l'auteur correspondant : [heribert.metowanou@gmail.com](mailto:heribert.metowanou@gmail.com) ou [rolandchouessouvo@gmail.com](mailto:rolandchouessouvo@gmail.com)

### PAS DE CONFLIT D'INTERET

(Accepté le 22 Novembre 2019)

#### RESUME :

L'essor des nouvelles technologies en micro-électroniques, en télécommunication et en réseaux, a entraîné l'apparition de nouveaux outils et objets de communication. La croissance sans cesse de la population mondiale induit des questions sur l'efficacité et la sécurité de la prise en charge des patients. Cette problématique est effective au Bénin au regard du ratio personnel soignant(PS) pour 10000 habitants qui est de 4.555 soit moins de 1/5 de la norme OMS qui est 25 PS pour 10000 habitants. Ces données nous amènent à concevoir une solution technologique de télésurveillance à base d'objets connectés pouvant contribuer à assurer les soins de qualité sécurisés aux patients du système sanitaire Béninois. Pour y parvenir, il est procédé à l'analyse des besoins du système par la démarche du cycle de vie des systèmes selon le model en V. Ensuite, la logique fonctionnelle du système à concevoir a été établie. Ceci, sur les bases des fonctionnalités grâce au système de modélisation SysML. Les choix technologiques et du réseau de communication ont été faits sur la base des capteurs qui seront répartis sur le patient et dans son environnement pour mesurer ses paramètres. Ce travail a permis de concevoir l'hôpital intelligent.

Mots clés : architecture, GPS, GSM, hôpital, objets connectés, patient, WBAN.

#### ABSTRACT:

Expansion of the new technologies in microelectronics, in telecommunications, in networks, has led to the appearance of new tools and objects of communication. The growth ceaselessly of the world population leads questions on the efficiency and the safety of the management of patients. This problem is already effective in Benin about the caregiver ratio per 10000 inhabitants, which is 4.555, less than 1/5 of the WHO standard which is 25 caregivers per 10000 inhabitants. These data lead us to anticipate the proposal of a technological solution that can contribute to ensuring quality and safe care for patients in the Benin health system. To achieve that, we proceeded to the analysis of the needs for the system by the approach of the life cycle of the systems according to the model V. Then, the functional logic of the system to be conceived was established on the basis of the features, thanks

to the system of modelling SysML. The technological choices of the communication network were made on the basis of the sensors which will be distributed on the patient's body to measure his parameters. This work allowed to conceive the intelligent hospital.

Keywords: architecture, GPS, GSM, hospital, connected objects, patient, WBAN.

## INTRODUCTION :

**A**u Bénin, en 2015, le ratio du personnel soignant (PS) pour 10000 habitants est de 4,55 PS contre 25 PS pour 10000 habitants selon les recommandations de l'OMS (BENIN, 2015). Ce qui suppose que jusqu'en 2015, le personnel soignant au Bénin est environs 1/5 de la norme OMS. Avec l'accroissement de la population du Bénin qui double chaque vingt-cinq ans (AGBOTA & MAKOUTODE, 2006), que deviendrait ce ratio du PS en 2025 ? Plusieurs défis sont donc à relever pour le système sanitaire du Bénin. On peut citer : (1) *La nécessité de fournir des soins de santé de qualité à moindre coût à une population en croissance rapide* ; (2) *La réduction des frais et des temps d'hospitalisation des patients* ; (3) *La minimisation du temps d'occupation des PS et donc l'optimisation du temps de présence du PS*. Pour faire face à ces défis, nous pouvons recourir aux nouveaux outils et objets communicants pouvant améliorer la qualité de vie, grâce à l'essor des technologies de l'information et de la communication.

Dans ce contexte, de nombreux travaux de recherche portent sur l'utilisation des réseaux de capteurs sans fil médicaux dans les systèmes WBAN (Wireless Body Area Network), pour faciliter et améliorer la qualité du soin et de surveillance médicale à distance. Les travaux de (DEMIRBAS, et al., 2006) présentent une architecture de réseau de surveillance de personnes accessible via Internet appelé INSIGHT. L'accès aux données collectées peut être local ou distant. Les paramètres à surveiller peuvent être reconfigurés à distance. Les auteurs justifient l'usage d'une architecture à un saut pour réduire la consommation d'énergie. Le réseau déployé est basé sur la couche physique IEEE 802.15.4. Le débit est de 250

kbps et la portée radio est de 100 m. Les plateformes *TmoteSky* sont utilisés dans les expérimentations. La couche B-MAC (MAC Berkeley) selon les travaux de (POLASTRE, et al., 2004) est utilisée pour gérer l'accès au médium. Pour conserver l'énergie, les nœuds envoient les données à la station de base et passent le reste du temps en mode sommeil. Pour cela, une technique de « *data reporting* » est utilisée pour définir les intervalles de diffusions. Par ailleurs, le module de gestion de puissance HPL (*Hardware Presentation Layer*) et les minuteurs « *watchdog timer* » sont utilisés. Les travaux de (MAINWARING, et al., 2002) sont l'un des premiers déploiements expérimentaux des WSNs pour la télésurveillance sur *Great Duck Island*. Les chercheurs du « Laboratoire de l'Université de Californie » à Berkeley ont conçu les capteurs constituant le réseau. Les nœuds sont équipés d'un module de filtrage, d'un module de compression de données et de panneaux solaires. Les auteurs proposent une architecture à plusieurs niveaux. Chaque niveau fournit un service de gestion des données. Deux types de topologies sont utilisés : multi-sauts (maillée) et un saut. Dans l'architecture à un saut, un nœud appelé *Sensor patch* est utilisé pour envoyer les données vers un PDA. Ce dernier relaye les données pour atteindre la station de base. Cette station permet une mise à disposition des données sur le Web. Les communications sont bidirectionnelles entre les nœuds. Pour réduire la consommation d'énergie, les capteurs sont mis en mode sommeil (extinction de la radio et du processeur (MCU)). Un protocole MAC à faible consommation « *MAC Low power* » est développé, et des protocoles de routage hiérarchiques sont utilisés. (JOVANOV, et al., 2005) à l'Université de Huntsville pour développer un système de surveillance nommé WHMS. Les communications intra-WBAN sont basées sur le standard IEEE

802.15.4. Les auteurs ont développé plusieurs types de nœuds capteurs médicaux : accéléromètres, ECG, Oxymétrie de pouls et capteur de respiration reconfigurable. Un PDA équipé d'un émetteur-récepteur *LINX* est utilisé pour relayer les données vers le superviseur. Un protocole de communication efficace en énergie pour le WBAN est présenté dans les travaux (MLENKOVIC, et al., 2006). Les communications sont basées sur le standard IEEE 802.15.4. Les plateformes utilisées sont de type *Telos*. Les auteurs proposent un protocole fondé sur un réveil cyclique des nœuds « *duty cycle* ». Le protocole s'appuie sur un cycle de réveil appelé SFC « *Super Frame Cycle* ». Dans leurs expérimentations, la période de SFC est fixée à 1 seconde. L'évaluation de l'énergie consommée par les modes écoute, transmission et sommeil est réalisée. Les différentes consommations mesurées sont : 1,53 mA en mode sommeil, 17,4 mA en mode transmission et 19,7 mA en mode écoute. (HE, et al., 2004) proposent un réseau de capteurs, efficace en énergie, appliqué dans le contexte militaire. Les plateformes utilisées sont de type *Mica2*. Les auteurs ont développé un mécanisme qui sélectionne les nœuds qui gèrent le trafic dans le réseau. Ces nœuds sont appelés *soldats* « *sentries* ». La sélection de ces nœuds est effectuée selon la quantité de leurs réserves en énergie. Les nœuds ayant une grande réserve ont une grande probabilité d'être sélectionné comme *soldat*. Les retransmissions des messages sont aussi minimisées par le biais d'un mécanisme de sélection des grandeurs à retransmettre (ex : température). (CERPA, et al., 2001) présentent les démarches nécessaires à la construction d'un système de surveillance dans l'habitat. Ils proposent un modèle appelé « *Frisbee* ». Initialement, les nœuds capteurs ont le choix d'entrer ou pas dans ce modèle. Ce modèle est basé sur la création de régions constituées de capteurs hétérogènes qui suivent une cible donnée. Pour économiser leur énergie, les nœuds qui sont loin de la cible se mettent en mode sommeil. Quand un événement est détecté, des nœuds *soldat* « *sentries* » (même appellation que dans (HE, et al., 2004)) prennent en charge la mission de réveiller les autres nœuds endormis. Il n'y a que la zone

du réseau proche de l'événement qui est à l'état actif. À chaque fois que la cible se déplace, les nœuds *soldats* envoient des signaux de réveils aux autres (qui doivent être dans l'état d'écoute). Pour récupérer l'énergie solaire, les nœuds sont équipés de panneaux photovoltaïques. Ils traitent et agrègent les données localement. Ils peuvent être éteints à distance via un logiciel de contrôle développé. Des algorithmes de localisation et de synchronisation, ainsi qu'un mécanisme qui permet la suppression des notifications dupliquées sont aussi proposés. (POON, et al., 2006) présentent une nouvelle approche pour sécuriser les échanges entre les nœuds capteurs d'un WBAN. Le problème traité est lié à la confidentialité et à l'intégrité des données. La question posée est : comment les nœuds d'un WBAN savent qu'ils appartiennent au même individu ? Pour répondre à cette question, les auteurs ont proposé une solution fondée sur une approche de « biométrie ». C'est une technique d'identification basée sur les caractéristiques physiologiques ou comportementales de l'individu. Cette approche permet d'identifier les nœuds capteurs et de sécuriser la distribution de la clé chiffrée. Elle est basée sur la cryptographie symétrique. Le choix de cette biométrie s'appuie sur des informations du battement du cœur appelées « *interpulse interval (IPI)* ». Cette solution permet d'atteindre un haut niveau de sécurité avec moins de calcul et de mémoire. Les auteurs (GYSELINCKX, et al., 2005), ont conçu différents types de nœuds capteurs pour le WBAN (ECG, EEG, pouls, glucose, etc.). Les moyens de récupération d'énergie mécaniques et thermiques sont utilisés comme compléments à l'énergie solaire (générateurs piézoélectrique et générateurs thermiques). Les nœuds du WBAN sont mis dans des emplacements spécifiques du corps pour mieux récupérer l'énergie (à partir de la température du corps). Selon leurs expérimentations, une énergie de 100  $\mu$ W peut être récupérée par les batteries. (BOURENNANE, 2013) présente étude et conception d'un système de télésurveillance médical par suivi actimétrique. L'architecture de l'auteur est un réseau WBAN. (MAKKE, 2014) présente détection

d'attaques dans un système WBAN de surveillance médicale à distance. (ALLAERT & MAZEN, 2016) présentent l'évaluation des objets connectés les applications en santé. il montre l'impact des objets connectés sur notre système sanitaire et leur importance dans la prévention. (MSHALI , et al., 2018) montrent que le succès de ces systèmes de surveillance de santé se situent dans la capacité de recueillir et de traiter des données pour comprendre l'environnement d'un sujet, de sorte que les services contextuels peuvent leur être livré. Selon (MAKKE, 2014) les Réseaux de Capteurs Sans Fil ou Wireless Sensor Network (RCSF/WSN) sont très avantageux pour la surveillance des personnes âgées, des personnes à mobilité réduite, des personnes à risques et des personnes ayant des maladies chroniques ainsi que pour la surveillance de leur environnement de vie.

L'objectif de notre travail est de concevoir un réseau WBAN pour l'amélioration du système de santé au Bénin, en nous intéressant, parmi les objets communicants,

aux Capteurs Sans fil Médicaux (CSFM). En effet, grâce à l'avancée des Systèmes Embarqués et des Technologies Sans Fil (SETSF), les RCSF sont de plus en plus utilisés dans les applications médicales. On parle des Réseaux de Capteurs Sans fil Médicaux (RCSFM) utilisés dans les systèmes WBAN (Wireless Body Area Network), pour faciliter et améliorer la qualité du soin et de surveillance médicale à distance. Les RCSFM sont caractérisés par la mobilité de leurs nœuds capteurs, par leur facilité de déploiement et leur auto-organisation.

### MATERIEL

Le système de surveillance médicale à distance utilisant les réseaux WBAN, représenté à la figure 1.

Plusieurs capteurs médicaux sont déployés sur le corps du patient afin de mesurer plusieurs paramètres physiologiques. Ces nœuds sont des capteurs capables de récolter et de transmettre des données environnementales

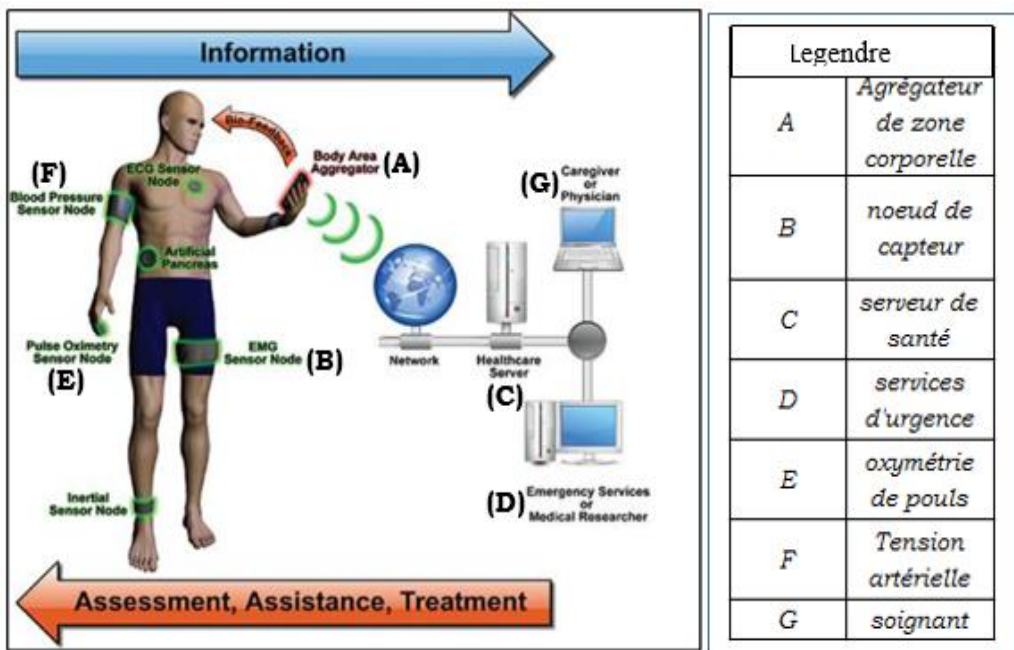


Figure 1: Système de surveillance WBAN

d'une manière autonome. La position de ces nœuds n'est pas obligatoirement

prédéterminée. Un système WBAN de surveillance médicale complet se divise en

cinq sous-systèmes (ALEMDAR & ERSOY, 2010) comme l'indique la figure 2.

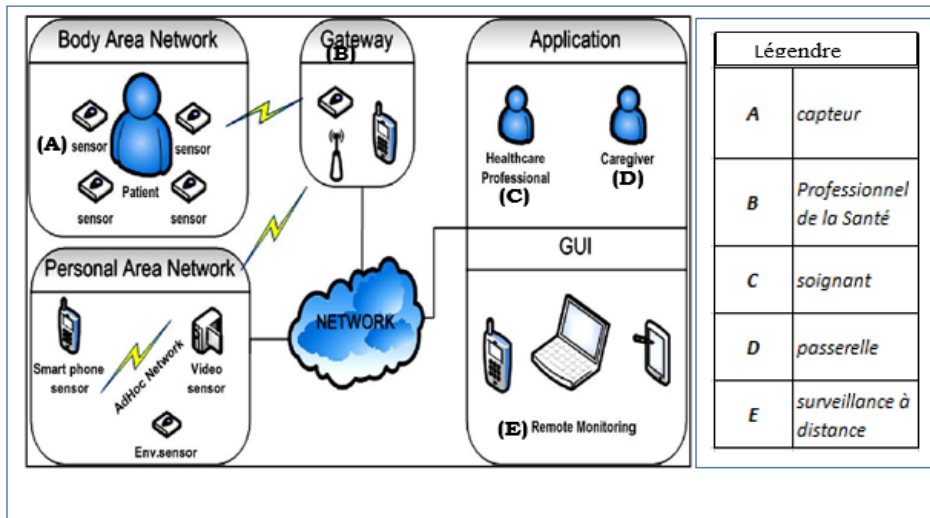


Figure 2: Architecture d'un système de surveillance médicale

Nous avons utilisé MS Visio pour l'architecture réseau, SysML pour la modélisation, un ordinateur de Dell de 8 Go de ram et 2 To de disque.

## METHODE

Notre méthodologie pour la conception du réseau WBAN s'est déroulée en 4 étapes.

### Première étape : Choix de la démarche de conception

La démarche de conception suivie est inspirée des standards de l'ingénierie des systèmes en appliquant la démarche du cycle de vie des systèmes selon le modèle en V à la figure 3.

Nous sommes dans la partie descendante de la représentation qui conduit à un prototypage de notre système, puis

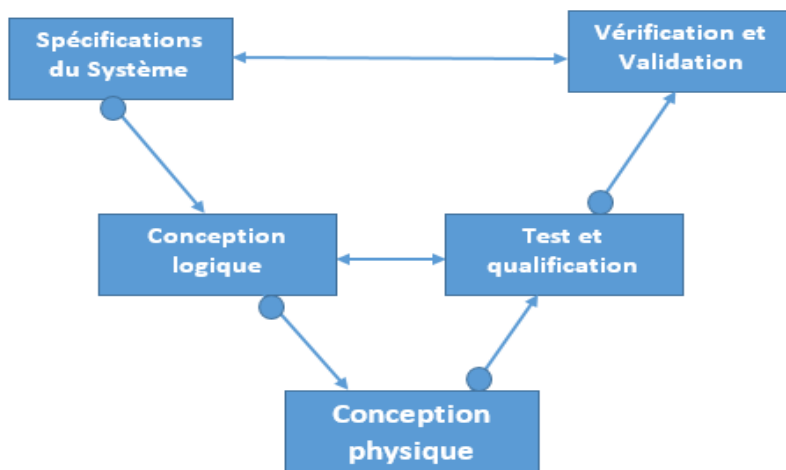


Figure 3: Cycle de développement de l'hôpital intelligent (BOURENNANE, 2013)

à une étape de validation dans sa partie montante. Ce modèle propose donc une démarche continue qui permet d'organiser les étapes intermédiaires de vérification de la logique fonctionnelle. Il convient donc tout d'abord, d'établir la solution logique fonctionnelle du système à concevoir sur la base des fonctionnalités envisagées. Ce système est modélisé en utilisant le formalisme SysML (Systems Modeling Language) (PLONE, 2018). Une fois la modélisation définie, nous avons introduit les choix technologiques qui nous ont permis de concrétiser la conception physique de notre système à implanter.

**Deuxième étape : Modélisation de l'architecture fonctionnelle d'un système hospitalier**

La modélisation fonctionnelle du système hospitalier a été possible grâce au Language SysML. Nous avons exploité trois des diagrammes du Language SysML qui nous

ont permis d'établir la logique fonctionnelle du système hospitalier. Primo le *diagramme de contexte dynamique* qui a permis de modéliser les différents blocs fonctionnels de l'hôpital. Secundo le *diagramme de cas d'utilisation* qui est utilisé pour montrer la vision globale du système hospitalier. Tertio le *diagramme de séquence* utilisé pour donner la représentation graphique des interactions entre et le système dans un ordre chronologique.

**Troisième étape : Etude comparative pour le Choix de la technologie de communication**

Le choix d'une technologie de communication sans fil dépend des services proposés, ainsi que des besoins du concepteur du réseau. Certains paramètres indiqués dans le Tableau-I comme la consommation d'énergie, le débit de transmission, la durée de vie d'une pile, la portée et le nombre de nœuds supportés doivent être pris en compte.

**Tableau. I :** Comparaison entre les différentes technologies sans fils

Protocole	Bluetooth	UWB	ZigBee	Wifi	IEEE 802.15.6
Norme IEEE	802.15.1	802.15.3	802.15.4	802.11x	802.15.6
Nombre nœuds maximum	8	128	65000	32	256
Durée de vie moyenne de la pile	Plusieurs jours	Plusieurs minutes	Plusieurs mois à plusieurs années	Plusieurs minutes à plusieurs heures	
Débit Théorique maximum	Bluetooth Low Energy:1Mbit/s Bluetooth 3.0 + High Speed: 3-24 Mbit/s	110-480 Mbit/s	20 Kbit/s (EU),*40 Kbit/s (US) 250 Kbit/s(Global)	600 Kbit/s	
Bande de fréquence	2.4 GHz	3.1-10.6 GHz	868 MHz (EU), 915 MHz (US) 2.4 GHz (Global)	2.4 GHz, 5 GHz	-
Portée Théorique maximum	10 m	<10 m	10-100 m	10-100 m	5-10 m
Consommation d'Energie	100-200 mW	400 mW pour 200 Mbit/s	30 mW	750-2000 mW	Jusqu'à 50 mW

Dans le Tableau I, nous faisons une comparaison entre les protocoles de communications cités ci-dessus (CAO, et al., 2009) , (TJENSVOLD, 2007), (ZATOUT, 2011), (BESTOON & JAFF, 2009). Ce tableau montre les différentes technologies de communication et les paramètres mis en exergue par chaque technologie. Le nombre de nœud pris en charge par chaque technologie varie d'une norme à une autre.

De la technologie Bluetooth à la technologies IEE 802.15.6, la norme ZigBee est celle qui permet d'avoir plus de capteur dans le réseau avec une faible consommation d'énergie et plusieurs mois pour la durée de vie des capteurs sans fil médicaux constituant le réseau de capteurs sans fil médicaux. Mais la technologie UWB est celle qui offre le meilleur débit relativement important. Cette étude comparative montre que plusieurs

compris peuvent être faits en ce qui concerne le choix d'une technologie de communication dans les réseaux WBAN.

**Quatrième étape : Etude comparative des différentes architectures de réseaux de capteurs**

La Figure 4 représente un nœud-capteur qui est composé de plusieurs éléments ou modules.

Chaque module correspond à une tâche particulière de captage et d'acquisition, de traitement ou de transmission

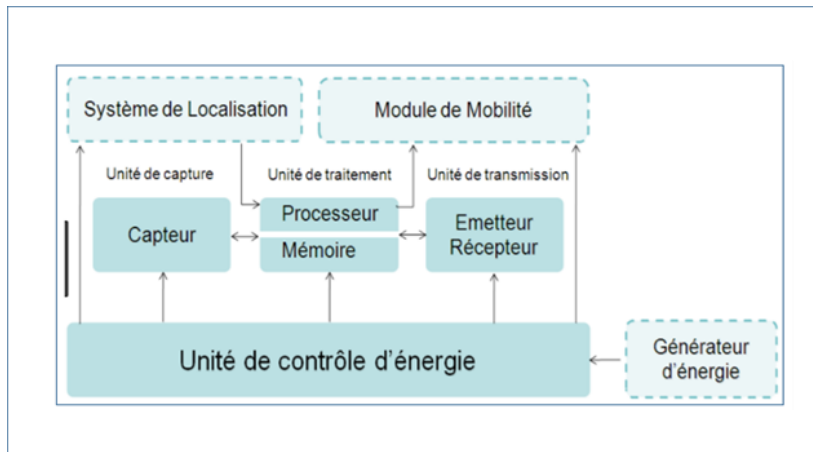


Figure 4 : Architecture d'un nœud -capteur

de données. Il comprend également une source d'énergie. Chaque capteur est composé de quatre unités : l'unité d'acquisition des données, l'unité de traitement, l'unité de communication et l'unité de contrôle d'énergie. Un capteur médical se constitue d'un capteur équipé d'un circuit électronique spécifique capable de mesurer un ou plusieurs paramètres physiologiques. Donc :

$$\text{Capteur} + \text{Circuit électronique spécifique} = \text{Capteur médical}$$

Nous avons aussi tenu compte du choix de l'architecture (topologie) réseau des capteurs ou d'une combinaison de topologie en fonction des fonctionnalités et des besoins d'utilisation de ce réseau.

**RESULTATS :**

Plusieurs résultats sont obtenus au regard de l'objectif général défini.

**Le diagramme de contexte dynamique de l'hôpital intelligent**

Le système conçu a comme fonction principale la télésurveillance des patients à travers la prise des mesures des paramètres physiologiques des patients. Cette fonction met en interaction trois acteurs avec le système (Figure 5) : (i) le patient fournit en permanence au système, de manière passive, les informations le concernant, notamment l'information de localisation, les paramètres physiologiques. Dans un environnement complexe, il est nécessaire

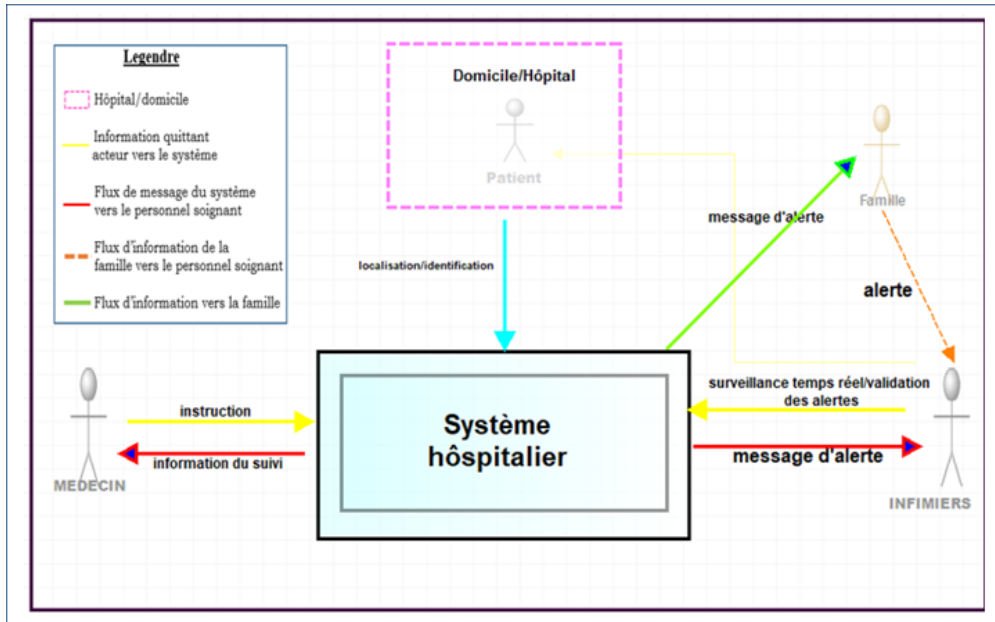


Figure 5: Diagramme de contexte dynamique de l'hôpital intelligent

qu'il envoie également un signal d'identification. (ii) La Famille est représentée par les personnes qui vivent avec le patient, et qui peuvent intervenir en cas de besoin (à la suite de réception de messages d'alerte envoyés par le système). Selon l'ambition du système, l'environnement du patient peut être simplement destinataire des alarmes ou bien destinataire et fournisseur d'informations. (iii) Le médecin et le personnel soignant reçoivent les avis d'alarmes ; ils peuvent consulter les données recueillies et bénéficier du suivi longitudinal à partir du système (paramètres physiologiques, historique des alertes, etc.). Cette consultation doit se faire via une interface informatique et suppose donc un accès à distance ou local.

#### Architecture logiciel de l'hôpital intelligent

L'architecture logicielle de l'hôpital intelligent illustré à la figure 6 présente les différents modules logiciels de gestion provenant du patient embaqué qui permettront une meilleure surveillance. Cette architecture montre aussi les échanges entre les différents serveurs Le serveur de données

(Figure 6) a pour tâches de collecter les données (paramètres physiologiques et actimétriques) et de les stocker dans une base de données locale via le module d'acquisition. Ce même module envoie ces données vers le module d'affichage afin de suivre les déplacements de la personne en temps réel et d'afficher les alertes en cas de détection de cas critiques. Les données (paramètres physiologiques et actimétriques) sont envoyées vers le serveur de calcul une fois par jour via le module d'envoi/réception et stockées dans une deuxième base de données (distante). Le module de calcul différé récupère ces données afin de générer les seuils de la déviation comportementale, agitation nocturne, immobilité prolongée, temps de séjour dans la salle de bains, écart entre paramètres physiologiques. Ces seuils des différents paramètres physiologiques sont donc renvoyés directement vers la base de données du serveur local pour permettre au module de diagnostic de les comparer avec les données courantes et de générer des alertes (sur l'application temps réel et téléphones) en cas de dépassements.

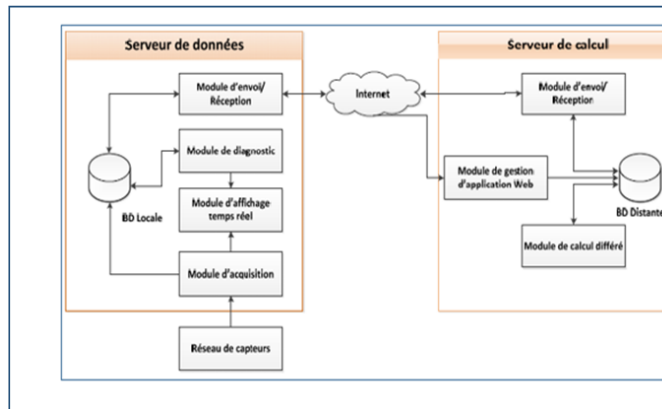


Figure 6: Architecture logicielle de l'hôpital intelligent

### Architecture de la plateforme de l'hôpital intelligent

L'hôpital intelligent se présente donc comme un système de télésurveillance multi-sensoriel: des capteurs sont répartis sur le malade et dans son environnement en des points et pour des mesures « stratégiques ». Les données physiologiques et actimétriques mesurées sont transmises en priorité via des voies de télécommunications « sans fil » et traitées en temps réel pour effectuer un diagnostic de la situation courante et proposer des actions. Cela conduit, du point de vue de l'architecture système, à une configuration telle que présentée à la Figure 7. La connexion du système local au réseau Internet permet d'organiser les échanges avec tous les acteurs concernés : le médecin traitant, le service hospitalier concerné, les accompagnants, la famille, les patients eux-mêmes. En tenant compte des différentes contraintes, la technologie ZigBee peut être

envisagée pour la transmission de données médicales collectées par les capteurs déployés sur le corps humain vers le nœud de collecte c'est à dire dans les communications intra-BAN et inter-BAN. En effet, cette technologie présente une faible consommation d'énergie et une longue portée mais son inconvénient est le faible débit des données. Cependant, la technologie IEEE 802.15.6 présente un débit élevé et une consommation d'énergie acceptable, mais son point faible est sa portée réduite. Donc le choix de la technologie de transmission sans fil dans les réseaux WBAN dépend de l'application et du type du capteur médical utilisé. Si le capteur présente un débit élevé et l'application n'a pas besoin d'une longue portée donc c'est la technologie IEEE 802.15.6 qui est préférée. Tandis que si le capteur présente un débit faible et l'application nécessite une longue portée alors la technologie ZigBee est préférable.

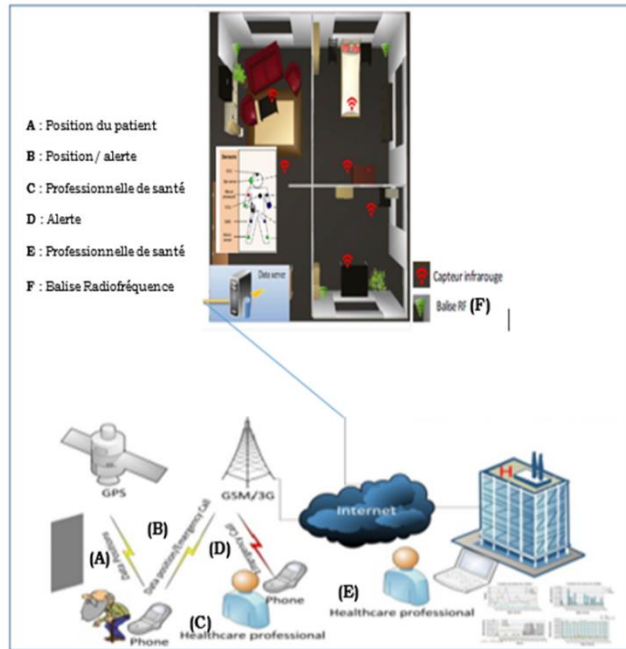


Figure 7: Architecture de la plateforme de l'hôpital intelligent

## ANALYSE ET DISCUSSION :

Les Réseaux de Capteurs Sans fil Médicaux (RCSF)/WSN sont une véritable révolution en matière de réseaux informatiques sans fil et de systèmes micro électromécaniques (SMEM). Le choix d'une technologie dépend des services proposés, ainsi que des besoins du concepteur du réseau. Certains paramètres comme *la puissance, le débit, la portée, le coût, la sécurité et le nombre de nœuds supportés doivent être pris en compte*. Nous discutons ci-après des liens entre ces paramètres et des besoins de l'application.

*Le débit et la capacité du réseau* sont parmi les paramètres ayant un impact sur les performances du réseau. Le choix d'une technologie sans fil à haut débit permet d'offrir plus d'avantages pour répondre à l'évolutivité du réseau et à l'augmentation du nombre de personnes surveillées. A contrario, certaines technologies proposent une faible consommation d'énergie mais engendrent des délais importants et/ou des débits de transfert faibles. La technologie

choisie devra donc offrir un compromis entre le débit et la consommation énergétique. La cohabitation de plusieurs technologies pourrait être judicieuse pour permettre le transfert des contenus hétérogènes par le réseau. Comme nous pouvons le voir dans le tableau 1, les technologies IEEE 802.15.4 (Zigbee) et IEEE 802.15.3 offrent le meilleur compromis pour la consommation d'énergie dans ce domaine d'application. La technologie Zigbee peut être envisagée pour la transmission de données médicales avec une faible consommation d'énergie et un faible débit. ***Ceci du fait que les nœuds capteurs médicaux ont plus d'exigences énergétiques.*** La technologie UWB peut être envisagée pour offrir des fonctionnalités de localisation et un transfert haut débit pour le contenu multimédia via les nœuds vidéo, avec moins d'interférences, une faible gigue et un taux d'erreur faible.

L'envoi des données à travers les obstacles et les murs doit aussi être pris en compte. Certaines expériences présentées dans (SURIE, et al., 2008), démontrent les

avantages de la norme IEEE 802.15.4 (Zigbee). Une portée d'environ 33 m est obtenue en présence d'un seul obstacle (de type mur) et de 19 m en présence d'obstacles multiples. Cette technologie permet de répondre aux besoins de l'application médicale en termes de bonne connectivité avec une faible consommation.

Le déploiement de la technologie Bluetooth peut ne pas convenir : il peut en résulter une architecture de réseau complexe et une consommation d'énergie plus importante que IEEE 802.15.4 (avantage du *duty cycle*). En ce qui concerne Wi-Fi, malgré l'apparition du Wi-Fi low power (à faible puissance), il manque encore aujourd'hui, des produits multi-fonctionnels sur le marché. Toutefois, WiFi *traditionnel* pourrait être utilisé pour transmettre des contenus multimédias, mais la consommation d'énergie reste élevée selon (CHEN, et al., 2011). D'après cette étude, nous retenons que les technologies qui s'adaptent le mieux à notre application médicale sont IEEE 802.15.4 (Zigbee) et UWB.

Par ailleurs, le standard IEEE 802.15.4 offre plus de portée de communication, moins de consommation d'énergie, et supporte un nombre de nœuds plus grand que UWB. De plus, le débit offert est acceptable (250 kbps). Cette technologie est très utilisée dans de nombreux travaux de recherche. Les auteurs dans (DEMIRBAS, et al., 2006) présentent une architecture de réseau de surveillance de personnes accessibles via Internet appelé INSIGHT. L'accès aux données collectées peut être local ou distant. Les paramètres à surveiller peuvent être reconfigurés à distance. Les auteurs justifient l'usage d'une architecture à un saut pour réduire la consommation d'énergie contrairement à notre proposition utilisant l'architecture multi-niveaux afin de minimiser l'énergie qui est un facteur déterminant sur la vie du réseau. Leur choix se justifie par le nombre limité de capteurs médicaux dans leur réseau. Le réseau déployé dans (DEMIRBAS, et al., 2006) est basé sur la couche physique IEEE 802.15.4. Le débit est de 250 kbps et la portée radio est de 100 m ce qui rejoint notre proposition. La particularité de notre solution

est que nous avons proposé deux serveurs (un serveur de calcul et un serveur d'application) contrairement à un serveur que proposent (DEMIRBAS, et al., 2006). L'avantage de notre proposition réside dans la gestion décentralisée des données de calcul par rapport aux données d'application avec une réplication de ses données sur le serveur d'application en cas de problème du serveur de calcul. Les auteurs dans (MAINWARING, et al., 2002) présentent l'un des premiers déploiements expérimentaux des WSNs pour la télésurveillance sur Great Duck Island. Les chercheurs du « Laboratoire de l'Université de Californie » à Berkeley ont conçu les capteurs constituant le réseau. Les nœuds sont équipés d'un module de filtrage, d'un module de compression de données et de panneaux solaires. Les auteurs proposent une architecture à plusieurs niveaux. Chaque niveau fournit un service de gestion des données. Deux types de topologies sont utilisés : multi-sauts (maillée) et un saut. Dans l'architecture à un saut, un nœud appelé Sensor patch est utilisé pour envoyer les données vers un PDA. Ce dernier relaye les données pour atteindre la station de base. Cette station permet une mise à disposition des données sur le Web. Les communications sont bidirectionnelles entre les nœuds. Ces travaux confirment l'originalité de notre architecture multi-niveau plus de 15 ans après les travaux de (MAINWARING, et al., 2002). De plus, notre proposition prend en compte l'architecture logique fonctionnelle du logiciel de gestion ce qui n'était pas le cas selon (MAINWARING, et al., 2002). La conception d'un système de télésurveillance médical par suivi actimétrique est présenté dans (BOURENNANE, 2013). Dans ce travail l'auteur a fait l'étude de la logique fonctionnelle du système comme notre proposition avant de proposer l'architecture réseaux. Ici l'auteur propose une architecture réseau du suivi basé uniquement sur les paramètres actimétriques sachant que notre proposition prend en compte les paramètres actimétrique et les paramètres physiologiques. De plus, en regardant l'architecture logique fonctionnelle du logiciel que propose l'auteur dans (BOURENNANE, 2013), cette architecture

ne prend pas en compte d'alerter les parents des patients. Ce que notre proposition prend en compte. Mieux dans son diagramme de contexte dynamique de l'hôpital l'auteur ne trouve pas l'important pour l'infirmier de confirmer l'alerte reçue avant toute prescription du médecin. Or dans la dynamique d'évaluer le taux d'erreur lié aux alertes, nous pensons que cette étape est très importante. Il est aussi important de signaler que notre architecture dans sa logique fonctionnelle met l'accent sur le fait que l'alerte reçue par le corps soignant est aussi envoyée aux parents. Mais les deux alertes se différencient par leur contenu. Celle reçue par les parents ne présente pas les paramètres mais leur demande juste de se rapprocher de leur médecin traitant en urgente. Nous pensons que cette partie de la logique fonctionnelle du système est très-très capitale au cas où pour une raison ou une autre le corps infirmier n'aurait pas reçu l'alerte provenant du système.

## CONCLUSION

Dans ce manuscrit nous avons décrit la démarche de conception de l'hôpital intelligent. Nous avons modélisé le fonctionnement de notre hôpital intelligent selon le formalisme SysML. Par la suite, nous avons détaillé nos choix matériels et logiciels permettant sa mise en œuvre, en veillant à proposer des solutions technologiques indépendantes de l'environnement surveillé et respectueuses de l'intimité et de la confidentialité des personnes. L'hôpital intelligent est conçu pour être déployé à domicile comme en Institution. L'architecture de notre hôpital intelligent tolère une certaine flexibilité sur les fonctionnalités proposées en fonction des usages, et dans la limite des informations que l'on peut tirer des données collectées. En perspective nous prévoyons évaluer les indicateurs de performance de l'hôpital intelligent conçu aux moyens de plusieurs scénarios. Nous envisageons aussi faire la prédiction des maladies.

## REFERENCES

- [1] AGBOTA G. & MAKOUTODE P. M., 2006. *Etude sur les normes et standards en matière des ressources humaines pour le secteur de la santé au Bénin*, Cotonou: s.n.
- [2] ALEMDAR H. & ERSOY C., 2010. Wireless sensor networks for healthcare: A survey. *The International Journal of Computer and Telecommunications Networking*, October, 54(15), pp. 2688-2770.
- [3] ALLAERT F.-A. & MAZEN N.-J., 2016. Évaluation des objets connectés et des applications de santé. *Elsevier Masson SAS*, Issue 556, pp. 29-32.
- [4] BENIN M. d. l. s. d., 2015. *Plan de formation du ministère de la santé(2015-2017)*, cotonou: s.n.
- [5] BESTOON T. & JAFF H., 2009. *A Wireless Body Area Network System for Monitoring Physical Activities and Health-Status via the Internet*, s.l.: s.n.
- [6] BOURENNANE W., 2013. *etude et conception d'un système de télésurveillance et de detection de situations critiques par suivi actimétrique des personnes à risques en milieu indoor et outdoor*, s.l.: s.n.
- [7] CAO H., LEUNG V., CHOW C. & CHAN H., 2009. Enabling Technologies for Wireless Body Area Networks:A Survey and Outlook. *IEEE Communication Magazine*, December, 47(12), pp. 84-93.
- [8] CERPA A. et al., 2001. *Habitat monitoring: Application driver for wireless communications technology*. s.l., s.n.
- [9] CHEN M. et al., 2011. Body Area Network:A Survey. *Mob.Netw.Appl.Journal*, April.pp. 171-193.
- [10] DEMIRBAS M., CHOW K. & WAN C., 2006. *INSIGHT: Internet-sensor integration for habitat monitoring*. s.l., s.n.
- [11] GYSELINCKX B. et al., 2005.

- Human++:autonomous wireless sensors for body area networks*. San Jose, CA, USA, s.n., pp. 13-19.
- [12] HE T. et al., 2004. *Energy-efficient surveillance system using wireless sensor networks*. Boston, s.n.
- [13] JOVANOV E., MILENKOVIC A., OTTO, C. & DE GROEN P. C., 2005. A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2(6).
- [14] MAINWARING A., CULLER D., POLASTRE J. & SZEWC, R., 2002. *Wireless sensor networks for habitat monitoring*. Atlanta, Georgia, USA, s.n.
- [15] MAKKE A., 2014. *Détection d'attaques dans un système WBAN de surveillance médicale à distance*, Paris: s.n.
- [16] MLENKOVIC A., OTTO, C. & JOVANOV E., 2006. Wireless sensor networks for personal health monitoring:Issues and an implementation. *Computer Communications, Special issue: Wireless Sensor Networks:Performance, Reliability, Security, and Beyond*, 29(13-14), pp. 2521-2533.
- [17] MSHALI H., LEMLOUMA T., MOLONEY M. & MAGONI, D., 2018. A survey on health monitoring systems for health smart homes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Issue 66, pp. 26-56.
- [18] PLONE 2018. [En ligne] Available at: <http://www.uml-sysml.org/sysml> [Accès le 18 mars 2018].
- [19] HILL J. & CULLER D., 2004. *Versatile low power media access for wireless sensor networks*. New York, s.n., pp. pp.95-107.
- [20] POON C. Y., ZHANG Y. T. & BAO S. D., 2006. A Novel Biometrics Method to Secure Wireless Body Area Sensor Networks for Telemedicine and M-Health. *IEEE Communication Magazine*, Volume 44, pp. 73-81.
- [21] SURIE D., LAGUIONIE O. & PEDERSON T., 2008. Wireless sensor networking of everyday objects in a smart home environment. *ISSNIP*, December.pp. 15-18.
- [22] TJENSVOLD J. M., 2007. *Comparison of the IEEE 802.11, 802.15.1, 802.15.4 and 802.15.6 wireless standards*. s.l.:s.n.
- [23] ZATOUT Y., 2011. *Conception et évaluation de performances d'un réseau de capteurs sans fil hétérogène pour une application domotique*, s.l.: s.n.