

Quelles pratiques de télésurveillance de maladies chroniques dans les espaces à dominante rurale peu densément peuplés ?

Voilmy D.¹, Guichard R.², Olivier M.¹, Tellier V.³, Schoevaerds D.⁴, Novella J.-L.⁵

¹Université de technologie de Troyes, UR LIST3N, Troyes, France

²Université Polytechnique hauts de France, LAMIH UMR CNRS 8201, Valenciennes, France

³Direction de la Santé Publique, Province de Namur, Belgique

⁴Université Catholique de Louvain, Département de gériatrie, CHU UCL Namur, Belgique

⁵Université de Reims Champagne-Ardenne, EA 3797, Reims, France

dimitri.voilmy@utt.fr

Résumé

Le nombre et la complexité des maladies chroniques augmentent avec l'âge. Avec le vieillissement des populations, le nombre de malades chroniques et de situations cliniques complexes s'accroît de plus en plus sollicitant ainsi le système de santé de manière importante et nécessitant une coordination ajustée des soins. Le contexte transfrontalier de notre étude rajoute un élément de complexité supplémentaire : le territoire d'action est rural et relativement enclavé ; de plus, grâce à la ZOAST des Ardennes (Zone Organisée d'Accès aux Soins Transfrontaliers) des patients traversent la frontière pour recevoir des soins ce qui génère d'autres défis (transfert d'information notamment) auxquels le projet espère contribuer à répondre grâce entre autres aux nouvelles technologies. Cet exposé en trois parties questionne les pratiques médicales de télésurveillance. Dans un premier temps, nous décrivons les enjeux sociétaux des maladies chroniques et ensuite la problématique du suivi des maladies chroniques en secteur rural enclavé. Puis, nous présentons une revue de la littérature des pratiques professionnelles utilisant les technologies numériques dans le suivi de ces patients. Enfin, nous ouvrons la discussion et les perspectives pour améliorer la santé des patients chroniques, le confort et la collaboration des prestataires de soins à domicile.

Mots clés : *télémédecine, maladies chroniques, ruralité, fragilité.*

I. INTRODUCTION

Les maladies chroniques non transmissibles sont la première cause de mortalité dans le monde, elles sont responsables de d'environ deux tiers des décès et sont la source principale des dépenses de santé publique [1]. Selon l'OMS, une maladie chronique est une affection de longue durée (6 mois ou plus), qui, en règle générale, évolue lentement. Ces maladies deviennent parfois fort invalidantes et peuvent générer, notamment lorsqu'elles se multiplient chez un individu une fragilité importante [1]. Cependant, les progrès dans le

traitement de certaines de ces affections permettent d'en ralentir plus ou moins considérablement l'évolution. La prévalence des maladies chronique est en hausse constante. En 2018 en France, l'assurance maladie a dénombré 10,4 millions de personnes affiliées au régime général bénéficiant du dispositif des Affections de Longue Durée (ALD), ce chiffre n'était que de 9,9 millions en 2014 et de 10,1 millions en 2015. En Belgique, l'enquête nationale de santé rapporte en 2018 qu'un tiers de la population de 15 ans et plus souffre d'une maladie chronique et près d'une personne sur deux après 65 ans [2].

Le vieillissement de la population est la cause principale de l'augmentation du nombre de malades chroniques [3]. Ce nombre devrait continuer à croître car selon les projections démographiques d'Eurostat publiées en 2011, les personnes âgées de 65 ans ou plus représenteront 29,5% de la population de l'union européenne en 2060 (17,4% en 2011). Le manque d'activité physique, une mauvaise hygiène de vie et la malnutrition sont également des facteurs de risque d'apparition des maladies chroniques, de leurs complications et des conséquences fonctionnelles. Le nombre d'affections chroniques chez une même personne augmente également avec l'âge avec en conséquence une complexification de la prise en charge, un déclin fonctionnel et une fragilité qui s'installe.

La prise en charge des maladies chroniques représente un coût économique important. Par exemple, les dépenses liées à l'insuffisance cardiaque sont estimées à plusieurs milliards de dollars dans les pays développés [4]. L'efficacité de la prise en charge médicale des maladies chroniques se heurte également à deux obstacles majeurs qui sont le retard de diagnostic et la non-observance thérapeutique [1]. Selon une enquête menée par l'Institut de Veille Sanitaire en 2006, une personne diabétique sur 5 n'était pas diagnostiquée. Pour la Société de Pneumologie de Langue Française, la Bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est sous diagnostiquée car seuls 10 à 30%

des sujets détectés lors d'études épidémiologiques en population générale sont préalablement connus. Un diagnostic et une prise en charge précoces peuvent permettre de ralentir et/ou de stabiliser la maladie et ainsi d'éviter des complications et maintenir l'autonomie des malades chroniques [5]. L'observance est le degré d'application d'une prescription médicale par le malade (posologie, nombre et horaire des prises médicamenteuses, durée du traitement, recommandations associées). Concernant la non-observance thérapeutique, en France, elle est en partie à l'origine des complications des maladies chroniques (insuffisance de traitement ou génération de problématiques iatrogènes) provoquant des ré-hospitalisations et une augmentation de la fragilité. Un patient est considéré comme observant s'il prend au moins 80% de son traitement correctement [1]. Cette non-observance est responsable d'une augmentation d'environ 8000 décès par an et induit des coûts estimés à environ 9 milliards d'euros chaque année en France [1]. Lorsque le nombre d'affections chroniques augmente, le nombre de médicaments prescrits s'accroît également ce qui rend plus complexe l'observance et augmente les risques d'interactions médicamenteuses néfastes non contrôlées. L'OMS estime que l'observance des traitements thérapeutiques est en moyenne de 50% dans les pays développés et inférieure dans la population précaire. Selon S. Euler-Ziegler [6] le risque de la non-observance thérapeutique est plus important en phase initiale de la maladie chronique car le patient doit faire face à l'annonce du diagnostic et à la perspective d'une thérapeutique à suivre sur le long terme. JM. Kramer & al [7] ont évalué pendant un an l'observance médicamenteuse chez 17 035 patients post-infarctus et sous traitement de bêta-bloquants. Ces patients étaient tous âgés de plus de 35 ans et souffraient au minimum d'une pathologie chronique telle que l'insuffisance cardiaque, l'hypertension artérielle, le diabète ou la BPCO. Les auteurs ont étudié l'observance thérapeutique selon différentes périodes allant de 30 jours, 90 jours, 180 jours, 270 jours et 360 jours après la sortie de l'hospitalisation. Les résultats de cette recherche démontrent que 69% des sujets étaient adhérents aux traitements au cours de la première période de l'étude. Cette adhésion diminue à 57%, puis à 52%, ensuite à 49% et enfin à 45% selon les périodes étudiées par les auteurs.

Face à ces constats, la création en début d'année 2019 du projet franco-belge *Health In Smart Rurality* – HIS2R vise à améliorer la santé des patients chroniques, le confort et la collaboration des prestataires, et à réduire les coûts pour le patient et la sécurité sociale. Ce projet utilise une solution logicielle sur une tablette et des instruments de mesure médicaux connectés afin de recueillir et de transmettre des informations de santé et des alertes, de manière sécurisée aux soignants. Avec l'appui de ces nouvelles technologies, le projet interroge la coordination des soins à l'échelle transfrontalière en zone rurale.

II. LA PROBLEMATIQUE DU SUIVI DES MALADIES CHRONIQUES EN ZONES RURALES ENCLAVEES

Le vieillissement de la population dans nos sociétés se traduit aujourd'hui par une sollicitation de plus en plus importante du système de santé en raison de l'accroissement du nombre de personnes souffrant d'une ou plusieurs maladies chroniques. Ce vieillissement impacte également notre système de soutien médico-social (aide à domicile et maison de retraite, repos) du fait de l'altération fonctionnelle liée aux pathologies présentes chez le sujet âgé. Ces deux volets de la prise en charge des malades chroniques sont d'autant plus complexes que le degré de fragilité des individus augmente. Parmi ces maladies chroniques, l'insuffisance cardiaque chronique (IC) et la BPCO sont particulièrement fragilisantes et génèrent un sentiment d'insécurité chez le patient et son entourage, voire chez leurs soignants. Ces deux pathologies ont été retenues dans le projet HIS2R à cause du risque élevé d'hospitalisation, de leur morbi-mortalité importante pouvant générer des alertes et l'existence de recommandations de prise en charge (Haute Autorité de Santé française, par exemple). Les patients qui en sont atteints peuvent voir leur état se dégrader brusquement ce qui peut engendrer des réhospitalisations et une perte d'autonomie.

Le projet clinique HIS2R s'intéresse aux patients âgés de plus de 65 ans souffrant d'une des deux pathologies retenues, vivant en zone rurale à domicile (où la densité des services médicaux et médicaux sociaux est plus faible) et amenés à traverser la frontière pour obtenir les soins dont ils ont besoin. Tout l'enjeu est donc d'assurer la continuité des soins à travers la frontière franco-Belge. Dans cette perspective, le projet centré sur la ZOAST (zone organisée d'accès aux soins transfrontaliers) des Ardennes – associe des partenaires des soins et des partenaires technologiques ainsi que les patients dans une démarche participative. De manière générale, afin d'optimiser l'organisation des soins, des programmes spécifiques ont été déclinés au niveau national pour certaines pathologies chroniques. En France, on peut citer les programmes PRADO (Programme d'accompagnement de retour à domicile). Ce service a été initié pour anticiper les besoins du patient liés à son retour à domicile après l'hospitalisation et fluidifier le parcours hôpital-domicile. Côté belge, des centres de coordination de soins et aides ont été développés dans la même perspective. Ces programmes ont pour objectifs de préserver la qualité de vie et l'autonomie des patients, d'accompagner la diminution des durées de séjour à l'hôpital, de renforcer la qualité de la prise en charge au domicile en lien avec le médecin traitant et d'améliorer l'efficacité du recours à l'hospitalisation en réservant les structures les plus lourdes aux patients qui en ont le plus besoin. L'organisation du système de soins et l'articulation sanitaire-médico-social contribuent ainsi de manière primordiale au maintien voire à l'amélioration de la santé de la population et notamment celle de la fraction la plus

âgée de celle-ci. Les tableaux de bord transfrontaliers de la santé (Interreg III IV et V) montrent que les territoires premiers de ce projet (Province de Namur, Département des Ardennes) présentent des caractéristiques sociales, économiques, géographiques et démographiques proches. Les zones rurales situées de part et d'autre de la frontière se caractérisent par une faible densité de population et de services liés entre autres aux problèmes de mobilité et d'emploi. En effet, ces zones rurales présentent des densités de population et de prestataires plus faibles que les moyennes nationales.

A contrario, on y trouve un pourcentage de personnes âgées et une précarité plus importante. 30% de la population de plus de 65 ans y vivant souffre de maladies chroniques dans un périmètre où il est difficile de trouver un établissement de santé de par les accès routiers et la faible offre des transports publics. Ces maladies accélèrent le déclin fonctionnel lié à l'âge et le recours des patients aux services de santé peut être retardé vu les distances, le peu d'accès routiers rapides et l'offre restreinte en transports publics alors que l'organisation de soins coordonnés est souvent complexe. De plus, cette zone géographique présente la spécificité suivante : certains patients éloignés des soins traversent la frontière pour être soignés au plus proche de leur lieu de vie. Ils retournent ensuite chez eux où ils reçoivent les soins de première ligne. Cette organisation implique cependant un référentiel d'organisation des soins duelle, avec une composante Belge et une composante Française nécessitant en soit de repenser la continuité des soins et surtout la mise à disposition des données de santé nécessaires à l'optimisation d'un programme de soins individualisé en zone transfrontalière.

La communication entre l'hôpital et les soignants de première ligne sur l'autre versant reste difficile (collecte, transmission, stockage des données) de même que l'accès à l'information concernant le patient vivant sur l'autre versant (évolution de paramètres comme le poids ou résultats d'exams complémentaires par ex.) rendant la continuité des soins plus complexe. Ainsi, la transmission d'informations actualisées, relatives aux patients et de manière transfrontalière pour un accès facilité et une détection précoce de changement de l'état de santé se révèle d'importance cruciale.

Un autre besoin serait d'étendre le concept de ZOAST - jusqu'ici « limité » à des conventions entre hôpitaux rendant accessibles leurs services aux résidents de territoires définis, de part et d'autre de la frontière - aux différentes composantes du système de santé : non seulement la première ligne mais aussi la prévention et la réhabilitation pour constituer ainsi un véritable territoire de santé transfrontalier. Les malades chroniques fragiles des zones transfrontalières rurales ont les mêmes besoins que les patients urbains mais la manière d'y répondre sera autre. Un des leviers d'intérêt pour diminuer les événements critiques et pour préserver la qualité de vie des patients est de pouvoir dépister rapidement les signes d'alerte. Une des pistes pour ce faire est d'utiliser les nouvelles technologies de

communication. Le projet HIS2R vise cette amélioration de la coordination des soins à l'échelle transfrontalière en zone rurale, avec l'appui de nouvelles technologies (objets connectés et transmission efficace et sécurisée de l'information). Cinquante patients souffrant d'insuffisance cardiaque chronique ou de bronchopathie chronique obstructive sont équipés d'un dispositif permettant de recueillir et transmettre des informations de santé et alertes, de manière sécurisée aux soignants. Un système de télé-vigilance et case managers permet de réagir en temps réel aux alertes. Les données du patient sont consultables de part et d'autre de la frontière franco-belge par les prestataires autorisés par le patient.

Un certain nombre de programmes se sont déjà intéressés à ces nouvelles technologies avec des résultats contrastés sur lesquels nous avons réalisés un travail de revue de la littérature.

III. REVUE DES CONNAISSANCES EN SUIVI DES MALADIES CHRONIQUES PAR LA TELEMEDECINE

A. Les pratiques médicales réalisées en télémédecine

Les Technologies de l'Information et de la Télécommunication sont optimisées dans des outils permettant d'augmenter les chances de diagnostics et de renforcer les conditions d'une prise en charge précoce des maladies chroniques [6]. Les progrès de la santé connectée sont susceptibles de favoriser une meilleure observance, car les malades peuvent plus facilement avoir accès et transmettre leurs données de santé à leur médecin [1]. L'utilisation des nouvelles technologies peut apporter des solutions non seulement dans un contexte clinique classique mais également dans des scénarios de soins innovants comme par exemple un suivi régulier à plus long terme après la phase clinique intensive [8]. L'e-santé est définie par l'OMS comme étant l'application des technologies de l'information et de la télécommunication dans le secteur de la santé et du bien-être. L'e-santé regroupe trois grands domaines [9]. Le premier concerne l'ensemble des systèmes d'information permettant de collecter des données sur la santé de la population. Le deuxième domaine est représenté par les différentes pratiques médicales réalisées en télémédecine. Ces actes médicaux sont de cinq types (Table I) :

TABLE I.

Types d'actes médicaux	Description de l'acte
Téléconsultation	Consultation d'un professionnel médical à distance au moyen de technologies de l'information et de la télécommunication
Télé-expertise	Mobilisée lorsqu'un professionnel médical sollicite à distance l'avis d'un ou de plusieurs professionnels de santé par l'intermédiaire de technologies de l'information et de la télécommunication

Types d'actes médicaux	Description de l'acte
Télésurveillance	Interprétation à distance par le personnel médical des données de santé recueillies par le patient au moyen de technologies de l'information et de la télécommunication
Téléassistance	Mobilisée lorsqu'un professionnel médical assiste à distance un autre professionnel de santé lors de la réalisation d'un acte
Régulation	Orientation à distance des patients dans le système de santé

La *m-santé* ou *mobile-santé* est le troisième domaine de la e-santé et est définie [10] comme « l'ensemble des pratiques médicales et de santé publique supporté par des appareils mobiles, tels que les téléphones mobiles, les tablettes, les dispositifs de surveillances des patients, les assistants numériques personnels (*PDA - Personal Digital Assistant*) et autres appareils sans fil ». Selon E. Sorbets & al [11], la santé connectée ou e-santé peut être une piste d'amélioration de l'observance thérapeutique.

Plusieurs auteurs ont évalué l'utilisation du téléphone portable comme objet du quotidien pour améliorer l'observance thérapeutique.

B. Le téléphone portable pour améliorer l'observance thérapeutique

DS. Wald & al [12] ont étudié pendant 6 mois l'effet de la communication par texto afin d'améliorer l'adhérence aux médicaments chez des patients recevant un traitement hypotenseur et/ou hypolémiant pour la prévention des maladies cardiovasculaires. Les auteurs de cette étude ont randomisé 301 sujets en deux groupes. Le groupe expérimentation était composé de 150 sujets dont la moyenne d'âge était de 60 ans. Chaque personne de ce groupe a reçu les soins habituels et des SMS (*Short Message Service*) personnalisés une heure après l'horaire auquel il était conseillé de prendre les médicaments. Les SMS ont été envoyés quotidiennement pendant les deux premières semaines de l'étude puis de manière aléatoire certains jours des deux semaines suivantes. Pendant les 22 autres semaines les sujets ont reçu un SMS hebdomadaire. Les participants devaient répondre après réception de chaque SMS par la lettre « y » si le médicament avait été pris, par la lettre « p » s'il avait été pris à la suite du SMS reçu ou par la lettre « n » s'il n'avait pas été pris. Le deuxième groupe était composé de 151 sujets dont l'âge moyen était de 61 ans. L'ensemble des personnes appartenant à ce groupe ont reçu les soins habituels mais pas de textos. Des mesures de la tension artérielle et du taux de cholestérol ont été effectuées auprès de tous les patients au début et à la fin de l'étude. Les résultats démontrent une amélioration de l'observance médicamenteuse de 16% dans le groupe intervention par rapport au groupe contrôle. Les auteurs

n'ont cependant pas observé de différence significative concernant la pression artérielle et le taux de cholestérol au bout de 6 mois.

RT. Lester & al [13] ont évalué l'effet de la communication par téléphone mobile (SMS) sur l'observance thérapeutique des patients sous traitement antirétroviral. Les sujets ont été répartis de manière aléatoire en deux groupes pour une durée d'étude de 12 mois. Le groupe d'intervention (273 personnes de 36,7 ans en moyenne) a reçu des textos en plus des soins habituels. Le groupe contrôle, (265 sujets de 36,6 ans en moyenne) a reçu des soins standards mais pas de SMS. Les auteurs ont évalué l'adhérence au traitement à 6 mois et 12 mois après le début de l'étude par questionnaire. Les participants ont été déclarés adhérents au traitement s'ils respectaient au moins 95% de la prescription médicamenteuse. Des prélèvements sanguins ont été réalisés à la fin de l'étude pour mesurer la charge virale de chaque sujet. Les résultats de cette recherche démontrent que l'observance thérapeutique a été améliorée et que la charge virale est plus faible dans le groupe intervention par rapport au groupe témoin.

KC. Chow & al [14] ont étudié l'effet de l'envoi de textos destinés à encourager le changement de style de vie afin de réduire les risques cardiovasculaires chez des patients coronariens. Les auteurs ont réparti de manière aléatoire 710 sujets dont l'âge moyen était de 57 ans, en deux groupes. Les 352 participants du groupe intervention ont reçu les soins habituels et des textos pendant 6 mois. Les SMS ont été envoyés 4 fois par semaine à différents moments du lundi au vendredi pendant des heures de bureau. Les messages étaient semi-personnalisés et contenaient des informations visant à améliorer le régime alimentaire, augmenter la pratique de l'activité physique et encourager l'arrêt du tabac pour les participants fumeurs. Le groupe contrôle, composé de 358 sujets, ont reçu les soins habituels mais pas de SMS. Des mesures de la tension artérielle, de l'IMC et du taux de cholestérol ont été effectuées au début et à la fin de l'étude. La consommation des portions recommandées de fruits et légumes et la prise des médicaments au cours des 7 derniers jours ont été évaluées en début et fin d'étude par auto-déclaration. Les auteurs ont utilisé le GPAQ (*Global Physical Activity Questionnaire*) développé par l'OMS pour évaluer l'intensité, la durée et la fréquence de la pratique de l'activité physique. Les résultats de cette étude démontrent une diminution significative de la pression artérielle, de l'IMC et du taux de LDL – *Low Density Lipoproteins* – Lipoprotéine de très basse densité qui transporte le cholestérol vers les tissus périphériques [15] chez les sujets du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle. Les premiers ont augmenté leur d'activité physique et réduit leur consommation de tabac par rapport au groupe témoin. D'après un questionnaire permettant d'évaluer l'acceptabilité et l'utilité du programme de soutien par SMS, environ 80% des sujets du groupe intervention ont déclaré que ce programme était utile et motivant en ce qui

concerne le régime alimentaire et l'activité physique. Chaque participant du groupe témoin ont reçu un total de 96 SMS, ce qui correspond à un coût d'environ 10 dollars américain par sujet. Selon les auteurs de cette étude la messagerie texte offre un moyen simple et peu coûteux de fournir un programme de soutien et d'assurer la continuité des soins après l'hospitalisation.

C. *La télémédecine pour l'observance thérapeutique et l'auto-surveillance*

RH. Friedman & al [16] ont mesuré l'effet d'un système de communication téléphonique automatisée destiné à surveiller et conseiller les patients souffrant d'hypertension. Les auteurs ont démontré que l'utilisation d'un tel système permet d'augmenter l'observance du traitement thérapeutique et de diminuer la pression artérielle par rapport au groupe témoin (soins traditionnels sans communication téléphonique automatisée). JGF. Cleland & al [17] ont étudié l'effet d'un dispositif de télémédecine chez des personnes souffrant d'insuffisance cardiaque. Trois groupes de patients ont été constitués. Les trois groupes reçoivent des soins habituels. Les patients d'un premier groupe intervention ont été formés à utiliser des objets connectés permettant de mesurer la masse corporelle et la tension artérielle, et de réaliser un électrocardiogramme en utilisant des électrodes à bracelet. Les données enregistrées par ce système ont été envoyées par internet à des professionnels de la santé. Un soutien téléphonique infirmier était disponible pour un second groupe et des soins habituels seuls ont été administrés au troisième groupe. Les résultats de cette étude démontrent une diminution plus importante de la durée et du nombre d'hospitalisations pour le premier groupe.

A. Billiard & al [18] ont évalué l'effet d'un dispositif d'auto-surveillance de la glycémie chez des sujets diabétiques. Selon cette étude, la télétransmission des données à un médecin permet d'améliorer le contrôle de la glycémie. B Rami & al [19] ont également étudié l'influence d'un système de télémédecine sur le contrôle glycémique chez 36 adolescents atteints de diabète de type 1. Ces adolescents ont été randomisés en deux groupes et les recherches ont été effectuées en deux phases de trois mois. Durant la première phase, le premier groupe a utilisé le système de télécommunication et le second groupe a noté les valeurs de glycémie sur un carnet. Les deux groupes ont échangé la méthode de suivi de la glycémie lors de la deuxième phase de l'étude. Le dispositif de télémédecine utilisé lors des expérimentations a envoyé les valeurs de glycémie aux professionnels de la santé. Les patients ont reçu en retour un sms contenant les consignes d'adaptation du traitement contre le diabète. Les auteurs ont démontré que le contrôle de la glycémie était amélioré lors de l'utilisation du système de télémédecine.

D. *La télémédecine 2.0 avec intelligence artificielle*

Les premiers projets des années 2000 sont considérés de première génération [5] et la majorité d'entre eux s'apparentent davantage à du suivi téléphonique entre les professionnels de la santé et les patients, plutôt qu'à l'utilisation de capteurs intelligents permettant un suivi des variables physiologiques de manière non intrusive. La télémédecine 2.0 est apparue à partir des années 2010 avec le développement des technologies de l'information et de la communication, d'internet et de l'intelligence artificielle. L'ensemble des projets de télémédecine de seconde génération s'appuie sur des dispositifs multi-capteurs connectés [5].

IS. Anand & al [20] ont développé un algorithme incorporé dans un système de mesure afin de prédire le risque de décompensation chez les personnes souffrant d'insuffisance cardiaque. Cette étude s'est déroulée en 2 phases. La première a permis de concevoir le dispositif et de constituer une base de données en effectuant des mesures sur 114 patients. Suite à cette étape de développement, 200 sujets supplémentaires ont été recrutés afin de le valider. L'algorithme utilisé est capable de détecter l'aggravation de l'insuffisance cardiaque avant l'apparition des symptômes cliniques. Les résultats montrent que l'appareil développé possède une sensibilité élevée et un faible taux de fausse détection. Les auteurs ont démontré que cet outil pouvait être utilisé pour surveiller les patients insuffisants cardiaques afin de réduire les ré-hospitalisations. Cependant, les mesures permettant la validation n'ont pas été comparées à un outil de référence. En octobre 2013, une plateforme de télémédecine nommée E-CARE a été mise en place au sein d'un service de médecine interne du CHU de Strasbourg [5]. Cette plateforme doit permettre d'optimiser le suivi des patients en détectant les signes précurseurs de décompensation ou d'insuffisance cardiaque aigüe. Les outils de mesure utilisés sont un tensiomètre, un thermomètre, une balance et un oxymètre de pouls, ce choix pertinent est identique dans le projet HIS2R (infra).

Les capteurs connectés communiquent par une liaison 4G ou Wifi avec une tablette afin de transférer et d'enregistrer les données sur un serveur internet. Ces données peuvent être consultés par les patients ou les professionnels de la santé. Lors des deux premiers mois, plus de 150 mesures ont été réalisées à l'aide de chaque capteur et comparées à des outils de références utilisés en milieu hospitalier. Les auteurs ont démontré une bonne concordance entre les appareils de mesure et ont conclu à la validation du choix technologique de ce projet. Lors de la seconde phase, débutée en 2014, le système E-CARE est utilisé par le service de médecine interne du CHU de Strasbourg afin de constituer une base de données de référence et de concevoir des seuils d'alerte. Une enquête de satisfaction et d'utilisation pratique des appareils auprès des professionnels de la santé et

des patients fut également réalisée. Enfin, le déploiement de la plateforme E-CARE au sein des établissements de soins de suite, des maisons de retraite et au domicile des patients est actuellement en cours dans les villes de Strasbourg et d'Angers.

Durant les expérimentations effectuées dans le domaine de l'insuffisance cardiaque, la plateforme fut également utilisée et validée dans le domaine du diabète, nommé DIABETe, pour optimiser le suivi à domicile des patients diabétiques en détectant les situations à risque de décompensation du diabète et de ses complications. Les résultats de cette étude réalisée avec la participation de 100 sujets diabétiques ne sont pas encore publiés. La plateforme de surveillance à distance pourrait être intégrée à l'application pour smartphone DIABEO pour un équilibre glycémique optimisé. L'application permet de communiquer les relevés de glycémie, de calculer l'apport en glucide après avoir renseigné les aliments consommés pendant les repas et de planifier l'activité physique à réaliser. Une première étude [21] a évalué son efficacité dans l'amélioration du contrôle du diabète de type 1. Les 144 patients ont été répartis aléatoirement en trois groupes pendant une durée de 6 mois. Les sujets du premier groupe ont inscrit les relevés de glycémie sur un cahier. Le second et le troisième groupe ont reçu un smartphone équipé de l'application DIABEO. Les personnes du groupe 2 n'ont pas utilisé la fonction de téléconsultation mais de façon identique au groupe 1, elles ont eu un rendez-vous lors du troisième et du sixième mois avec un diabétologue. La fonction de téléconsultation a été utilisée par les individus du groupe 3 toutes les deux semaines. Selon les résultats de cette étude, l'utilisation du système de télémédecine a permis d'améliorer la gestion des taux d'HbA_{1c} (Hémoglobine glyquée reflétant la glycémie moyenne sur 3 mois). Le système DIABEO affine les données et permet le calcul précis de la dose d'insuline recommandée. Les auteurs ajoutent que le soutien des patients par de courtes consultations téléphoniques 2 fois par mois a accru l'impact bénéfique du dispositif.

E. L'activité physique encouragée par les technologies

Les nouvelles technologies peuvent également encourager les patients à adopter des comportements favorables à la santé comme par exemple pratiquer de l'activité physique.

L. Moreau & al [22] se sont intéressés à l'utilité de la télémédecine dans le cadre d'un programme de réentraînement à l'effort à domicile. Les 32 patients atteints de BPCO ont été randomisés en 2 groupes afin de suivre un programme de réentraînement d'une durée de 3 mois. Ce programme était composé de 3 séances minimum par semaine, 50 minutes par séance dont 30 minutes au seuil ventilatoire (dyspnée liée à une ventilation augmentant plus vite que la consommation d'oxygène). Les sujets du premier groupe ont reçu un cardio-fréquencemètre traditionnel et les sujets du second groupe ont utilisé un cardio-fréquencemètre connecté à un smartphone

permettant d'envoyer les données au médecin après chaque séance. L'ensemble des patients ont bénéficié d'une visite médicale de supervision tous les 15 jours. Les résultats de cette étude témoignent que le groupe de patients utilisant le système de télémédecine ont davantage augmenté le temps et la puissance de réentraînement. La poursuite de l'activité physique à 2 ans est également supérieure pour ce groupe. Selon les auteurs, le cardio-fréquencemètre connecté a permis aux patients de devenir véritablement acteurs de leur réhabilitation. L'utilisation des capteurs portables, de petite taille et de plus en plus performants sont essentiels dans le développement des différents systèmes de télémédecine [23]. B. Massot & al [24] ont par exemple développé un dispositif portable de surveillance de l'activité cardiaque. Ce dispositif permet d'effectuer un électrocardiogramme, d'enregistrer la fréquence cardiaque et d'évaluer la variabilité de la fréquence cardiaque.

Ces divers capteurs non invasifs (tels qu'oxymètre, thermomètre, tensiomètre, balance et glucomètre) potentiellement connectés, à une tablette par exemple, avec des mesures parfois amplifiées ou filtrées sont désormais disponibles sur le marché et permettent de faciliter et améliorer le suivi de patients fragiles.

F. La télésurveillance de sujets fragiles âgés ruraux

L'étude clinique du projet HIS2R porte sur la détection, par le patient, d'événements et leur transmission au personnel de référence identifié. La télésurveillance au domicile des patients s'opère avec quatre capteurs permettant d'évaluer de façon quotidienne des paramètres de santé utiles au suivi de ses deux états pathologiques insuffisance cardiaque et BPCO. La durée de l'étude est de 18 mois avec une inclusion de 3 mois et un suivi des 50 participants sur un an. Les schémas de traitement sont initiés par les prestataires habituellement en charge du patient, le médecin spécialiste en collaboration avec le généraliste qui constitue le référent médical de premier niveau pour tout ajustement thérapeutique. Une balance connectée donne une mesure quotidiennement du poids qui constitue un marqueur d'intérêt dans le suivi de l'insuffisance cardiaque et dans le suivi de la fragilité. Un tensiomètre connecté fournit une évaluation tensionnelle quotidienne. Le but est de pouvoir détecter les dérives hypertensives qui amplifient l'insuffisance cardiaque et à ce titre nécessiter un ajustement thérapeutique. Cette évaluation quotidienne permettra également de détecter un profil tensionnel trop faible. Un thermomètre connecté relève une température utile d'un repérage précoce des aggravations infectieuses sur BPCO. Un oxymètre de pouls connecté contrôle la saturation en oxygène et la fréquence cardiaque du patient. Ce dispositif est utile au suivi et la surveillance de la BPCO et de l'insuffisance cardiaque. Les informations sont quotidiennement transmises au case manager via la tablette installée au domicile du patient pour la prise de mesure des paramètres de santé via

des dispositifs médicaux connectés et la mise à disposition en temps réel des résultats. Ces informations sont également accessibles tant au patient qu'à tout professionnel de santé qui le prend en charge, avec son accord et dans les limites du secret professionnel. Le case manager – soignant avec un profil infirmier – est chargé de suivre chaque patient de façon personnalisée et individualisée. Il dispose pour chaque patient d'un algorithme sécurisé lui permettant, en fonction des écarts aux paramètres attendus fixés par le médecin, de réagir précocement.

IV. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Nous avons pu constater que la gestion des soins de manière transfrontalière se révèle complexe sur la zone du projet HIS2R pour des raisons liées à la ruralité, les problèmes de mobilité des patients mais aussi de transfert de l'information médicale pour un suivi optimal. Cette complexité s'accroît lorsqu'il s'agit d'affections de longue durée chez des patients fragiles dont l'état de santé peut basculer d'un moment à l'autre. De plus, pour ces pathologies telles que la BPCO ou l'Insuffisance cardiaque, nous savons que des progrès dans l'état de santé nécessite l'adoption de comportements favorables à la santé. Ainsi la surveillance régulière de paramètres, comme le poids ou la tension par exemple, permettrait aux professionnels de repérer et anticiper les signes d'une décompensation et d'optimiser la thérapeutique de manière continue.

Les études récentes se basent sur une analyse multi-variée des informations récoltées et la fusion de données afin de gérer des alarmes dites « intelligentes ». Les électrocardiogrammes (ECG) de surface sont reconstruits à partir des signaux relevés. L'étape suivante est celle d'une étude de la réponse électromécanique à partir de capteurs qui peuvent être implantés. Le but de ces études consiste à suggérer des méthodes de traitement de ce signal et aussi d'extraire une information utile notamment à la phase préopératoire d'implantation des sondes ou dans l'analyse des données de post-implantation. Comme on le voit, actuellement les systèmes sont optimisés afin de fournir aux médecins des informations et des indicateurs qui leur permettent de suivre l'évolution de l'activité des sujets et de déduire l'effet des traitements prescrits. Ces systèmes reposent sur des plateformes de monitoring analysant les données fournies par une variété de capteurs. Grâce aux techniques d'interopérabilité, ces capteurs sont intégrés dans l'environnement de la personne âgée.

Il est par ailleurs essentiel de prendre en compte les ressentis des patients eux-mêmes à l'usage de ces solutions technologiques, mais aussi ceux de leurs proches et ceux des prestataires d'aides et de soins eux-mêmes. Des études sur un bouquet de technologies de repérage de la fragilité montrent que

les personnes âgées et leurs familles ont une bonne impression de l'utilité d'un télé-suivi au domicile [25]. En complémentarité, l'analyse qualitative de l'utilisabilité et des attentes des patients permettent de comprendre leurs remarques positives ou négatives sur les capteurs, les interfaces de logiciel et d'application Web

Dans ce projet transfrontalier de télésurveillance, plusieurs étapes restent à franchir. Dans un but thérapeutique, il est important que le patient soit acteur dans la gestion de son état de santé. En effet, cela pourrait induire une meilleure observance thérapeutique pour une amélioration de sa qualité de vie avec sa pathologie. Rendre le patient acteur passe par une compréhension de son parcours et de son quotidien avec la maladie. C'est pourquoi les prochaines phases du projet produiront une étude qualitative des besoins des patients pour questionner ses expériences mais aussi ses attentes ou encore ses craintes. Ces résultats serviront de support dans la conception et la mise en place du système de suivi ainsi que la gestion des alertes. Pour une prise en compte efficace de ces alertes, l'étude s'appuiera aussi sur les besoins et expériences des professionnels de santé. C'est pourquoi l'étude qualitative inclura également ces professionnels au contact des patients. Enfin, une étude plus globale sera engagée sur le système au sein du foyer des personnes malades afin d'évaluer et d'améliorer le suivi des patients, leur sentiment de sécurité et le bien-être de leurs aidants.

REMERCIEMENTS

La recherche clinique *Health in smart rurality* – Acronyme : HIS2R – est coordonnée par le Professeur Jean-Luc Novella (URCA/CHU de Reims) et le Professeur Didier Schoevaerdt (CHU UCL Namur), sous protocoles CPP n°2020-119 et RGPD. Nous adressons tous nos plus vifs remerciements à Marie-Paule Lerude dans toutes les phases d'ordonnancement du projet. HIS2R est un projet financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER – Interreg V) et la Wallonie dans le programme transfrontalier de « Coopération territoriale européenne » France-Wallonie-Vlaanderen.

REFERENCES

- [1] Jaffiol, C., Godeau, P. & Grosbois B. (2016) Prise en charge des maladies chroniques : Redéfinir et valoriser le rôle du médecin généraliste. Académie Nationale de médecine.
- [2] J. Van der Heyden, R. Charafeddine. Enquête de santé 2018 : Maladies et affections chroniques. Bruxelles, Belgique : Sciensano. Numéro de rapport : D/2019/14.440/27. Disponible en ligne : www.enquetesante.be
- [3] Chassang, M. & Gautier, A. (2019) Les maladies chroniques. Conseil Economique, Social et Environnemental. 2019-14 NOR : CESL1100014X.
- [4] <http://www.ceuropeens.org/article/le-vieillessement-de-la-population-dans-lue-projection-50-ans-621>; consulté le 27/02/2021.

- [5] Andrés, E., Hajjam, M., Talha, S., Meyer, L., Jeandidier, N., Hajjam, J., Hervé, S., Zulfiquar, A.-A. & Hajjam A. (2018) Télémédecine dans le domaine de l'insuffisance cardiaque. Etat des lieux et focus sur le projet de télémédecine 2.0 E-Care. Perspectives dans le domaine de la diabétologie. Médecine des maladies Métaboliques – Vol. 12 – N°2.
- [6] Euler-Ziegler, S., Berr, C., Briancon, S., Godard, J., Grosclaude, P., Limeul, J.Y., Monnet, E., Morin, A., Piant, J. & Roussey, M. (2016) Diagnostic et prise en charge précoces des maladies chroniques. Haut Conseil de la Santé Publique. Documentation française, HCSP Paris.
- [7] Kramer, J.M., Hammill, M.A., Anstrom, K.J., Fetterolf, D., Snyder, R., Charde, J.P., Hoffman B.S., Lapointe, N.A. & Peterson, E. (2016) National evolution of adherence to beta-blocker therapy for 1 year after acute myocardial infarction in patients with commercial health insurance. *Am Heart J* 2006;152. 454e1-8.
- [8] Castelnovo, G., Mauri, G., Simpson, S., Colantonio, A. & Goss, S. (2015) New Technologies for the Management and Rehabilitation of Chronic Diseases and Conditions. *BioMed Research International*. Article ID 180436.
- [9] Bourdel, L. & Cambon, L. (2019) Les domaines de l'e-santé. E-santé, télésanté, santé 2.0 : de quoi parle-t-on ? Actualité et Dossier en Santé Publique. N° 108 septembre 2019.
- [10] WHO Global Observatory for eHealth. MHealth : New Horizons for Health Through Mobile Technologies. Genève : World Health Organization, "Global Observatory for eHealth Series", 2011, vol. 3.
- [11] Sorbets, E. (2016) Santé connecté et observance médicamenteuse. *La presse médicale* 2016; 45: 856–858. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lpm.2016.06.026>.
- [12] Wald, D.S., Bestwick, J.P., Raiman, L., Brendell, R. & Wald, N.J. (2014) Randomised Trial of Text Messaging on Adherence to Cardiovascular Preventive Treatment (INTERACT Trial). *Public Library Of Science ONE* 9(12): e114268. doi:10.1371/journal.pone.0114268.
- [13] Lester, R.T., Ritvo, P., Mills, E., Kariri, A., Karanja, S., Chung, M.H., Jack, W., Habyarimana, J., Sadatsafavi, M., Najafzadeh, M., Marra, C.A., Estambale, B., Ngugi, E., Ball, T.B., Thabane, L., Gelmon, L., Kimani, J., Ackers, M. & Plummer, F.A. Effects of a mobile phone short message service on anti-retroviral treatment adherence in Kenya (Weltel kenya1): a randomized trial. *Lancet* 2010;376:1838–45.
- [14] Chow, K.C., Redfern, J., Hillis, G.S., Thakkar, J., Santo, K., Hackett, M.L., Jan, S., Graves, N., De Keiser, L., Barry, T., Bompont, S., Stepien, S., Whittaker, R., Rodgers, A. & Thiagalingam, A. Effect of Lifestyle-Focused Text Messaging on Risk Factor Modification in Patients With Coronary Heart Disease: A randomized Clinical Trial. *JAMA* 2015;314:1255-63.
- [15] Voisin, M. Etude du métabolisme du cholestérol dans la progression et la résistance des cancers mammaires et identification de nouvelles cibles thérapeutiques. Université Paul Sabatier – Toulouse III, 2015. Français. NNT : 2015TOU30274. tel-02005733
- [16] Friedman, R.H., Kasis, L.E., Jette, A., Smith, M.B., Stollerman, J., Torgerson, J. & Carey, K. (1996) A Telecommunications System for Monitoring and Counseling Patients With Hypertension. Impact on Medication Adherence and Blood Pressure Control. *The American Journal of Hypertension*. 1996; 9:285-292.
- [17] Cleland, J.G.F., Louis, A.A., Rigby, A.S., Janssens, U. & Balk, A.H.M.M. (2005) Noninvasive Home Telemonitoring for Patients With Heart Failure at High Risk of Recurrent Admission and Death. *Journal of the American College of Cardiology*. Vol. 45, No. 10, 2005. doi:10.1016/j.jacc.2005.01.050.
- [18] Billiard, A., Rohmer, V., Roques, M.A., Joseph, M.G., Suraniti, S., Giraud, P., Limal, J.M. & Marre, M. (1991) Telematic Transmission of Computerized Blood Glucose Profiles for IDDM Patients. *DIABETES CARE*, VOL. 14, NO. 2.
- [19] Rami, B., Popow, C., Horn, W., Waldhoer, T. & Schober, E. (2006) Telemedical support to improve glycemic control in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *European Journal of Pediatrics*. 165: 701–705. DOI 10.1007/s00431-006-0156-6.
- [20] Anand, I.S., Wilson Tang, W.H., Greenberg, B.H., Chakravarthy, N., Libbus, I. & Katra, R.P. (2012) Design and Performance of a Multisensor Heart Failure Monitoring Algorithm: Results From the Multisensor Monitoring in Congestive Heart Failure (MUSIC) Study. *Journal of Cardiac Failure*. Vol. 18 No. 4. doi:10.1016/j.cardfail.2012.01.009
- [21] Charpentier, G., Benhamou, P.Y., Dardari, D., Clergeot, A., Franc, S., Schaepehynck-Belcar, P., Catargi, B., Melki, V., Chaillous, L., Farret, A., Bosson, J.-L. & Penfornis, A. (2011) The Diabeo Software Enabling Individualized Insulin Dose Adjustments Combined With Telemedicine Support Improves HbA1c in Poorly Controlled Type 1 Diabetic Patients. *Diabetes Care* 34:533–539, 2011.
- [22] Moreau, L., Weitzenblum, E., Lonsdorfer, E. & Laplaud, D. (2019) Utilité de la télémédecine dans le cadre d'un programme de réentraînement à l'effort à domicile. *Revue des maladies respiratoires*. Vol 26, N° HS1 - janvier 2009 p.47. Doi : RMR-01-2009-26-HS1-0761-8425-101019-200812087.
- [23] Altini, M., Polito, S., Penders, J., Kim, H., Van Helleputte, N., Kim, S. & Yazicioglu, F. (2011) An ECG Patch Combining a Customized Ultra-Low-Power ECG SoC with Bluetooth Low Energy for Long Term Ambulatory Monitoring. Conference : Proceedings of Wireless Health 2011.
- [24] Massot, B., Risset, T., Michelet, G. & McAdams, E. (2015) A wireless, low-power, smart sensor of cardiac activity for clinical remote monitoring. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. DOI: 10.1109/HealthCom.2015.7454552.
- [25] Guettari T., Voilmy D., Raymonet A., Piau A., Novella J-L., et al. (2019) Corpus multimodal enregistré par des personnes âgées à domicile et l'élaboration d'un IHM adapté. Journées d'Etude sur la TéléSanté, Sorbonne Universités, May 2019, Paris, France. (hal-02161077)