

# COMMENT AMÉLIORER LES DISPOSITIFS MÉDICAUX AINSI QUE LES OBJETS CONNECTÉS HEALTHCARE GRÂCE À LA TECHNOLOGIE FSR®



## Sommaire

L'importance du retour d'informations	2
Applications pour hôpitaux et cabinets médicaux	2
Détection de positions et de mouvements au niveau d'une interface Homme - Machine	3
Système de surveillance du lit du patient	3
Détection de la position d'un tube de distribution	4
Détection d'occlusion	4
Retour d'informations sur les membres bioniques	5
Systèmes de rééducation	5
Systèmes H.M.I. améliorés	6
Applications « Quantified Self »	6
Trackers d'activité	7
Contrôle du bien-être	8
Et après tout cela ?	8
Conclusions	9
Kynoppe et Interlink Electronics	9
Références	10

## Abstract

*Le domaine médical pose des défis particuliers aux fabricants d'équipements. Une haute fiabilité est une caractéristique essentielle de ces instruments susceptibles d'être utilisés dans des situations de vie ou de mort. Cela implique des exigences de fiabilité similaires pour chaque composant utilisé dans le cadre de leur fabrication, et tout particulièrement les composants électromécaniques qui constituent l'interface Homme-Machine (IHM). Parmi ces IHM, le capteur de force occupe une place de choix – c'est un composant qui est également utilisé sur le marché en pleine croissance des dispositifs de surveillance de l'état de santé personnel (private healthcare) dans le cadre de la technologie récemment nommée « Quantified Self »<sup>1</sup>. Ce premier livre blanc Kynoppe® porte sur l'utilisation actuelle des capteurs de force au niveau des produits de soins et des produits médicaux, et leur intégration dans les IHM d'équipement médicaux comme levier d'optimisation des coûts, toujours plus élevés, des systèmes de soins.*



## L'importance du retour d'informations

Un but commun des médecins et des personnes souhaitant gérer leur santé est d'obtenir des retours d'informations sur leurs activités de soins. Avant l'avènement de la technologie actuelle basée sur des capteurs numériques, les seules options disponibles pour les médecins étaient manuelles, comme le fait de prendre le pouls du patient, de contrôler visuellement le flux d'un goutte-à-goutte intraveineux, ou de prendre la température d'un patient de façon analogique à l'aide d'un thermomètre. De telles méthodes de mesure prenaient du temps et étaient discontinues.



fig.1 premier électrocardiographe

Les premiers exemples de contrôle du rythme cardiaque automatisé datent du début du vingtième siècle<sup>2</sup>, avec l'invention de l'électrocardiographie (ECG). Le principe sous-jacent de l'ECG est la détection continue de légères modifications de tension entre différentes parties du corps du patient quant aux battements du cœur. Dans les systèmes ECG actuels, de petites électrodes jetables (capteurs) sont auto-collées directement sur le corps du patient pour transférer les courants électriques au moniteur. Cependant, dans les premiers systèmes, les « capteurs » étaient des conteneurs remplis d'eau salée dans lesquels le patient plaçait ses membres (fig.1). Ce système, bien que fiable, était peu pratique et pour le moins encombrant ! Cela dit, pour la première fois, les médecins étaient capables d'obtenir des données en continu sur le fonctionnement du cœur du patient en réponse aux traitements administrés.

## Applications pour hôpitaux et cabinets médicaux

Alors que les technologies électromécaniques progressaient au cours des décennies suivantes, de nouveaux types de capteurs sont apparus et ont donné naissance à une série d'instruments et de systèmes toujours plus nombreux, disponibles à la communauté médicale. Au milieu du vingtième siècle, il est devenu possible pour les hôpitaux de contrôler de façon continue les signes vitaux des patients à l'aide de systèmes qui génèrent automatiquement des alarmes lorsque toute valeur mesurée se situe en-dehors de l'étendue normale. Avant cela, le seul moyen de garantir un contrôle rigoureux consistait à attribuer une infirmière à chaque patient en soins intensifs.

La seconde moitié du vingtième siècle a vu l'évolution de l'ère informatique ainsi que la transition des dispositifs de mesure analogiques aux dispositifs numériques. Alors que les processeurs numériques devenaient de plus en plus puissants et de plus en plus petits, les capteurs faisaient de même. Des versions miniaturisées des capteurs traditionnels tels que les dynamomètres et les extensomètres, ont fait leur apparition, tout comme de nouveaux types de capteurs inventés au cours de cette période. L'un de ces dispositifs était la technologie FSR® - pour *Force Sensing Resistor*® (fig.2). Développée dans les années soixante-dix, et brevetée par **Interlink Electronics** quelques années plus tard, la « Résistance à détection de force » a rapidement été adoptée par diverses industries, y compris celle des appareils médicaux, en raison de son excellent rapport coût / performance. Les dispositifs FSR® sont fiables et durables, il s'agit là de deux caractéristiques essentielles des composants utilisés dans les équipements médicaux. Toute défaillance de ces équipements dans des situations d'urgence est inacceptable, car des pertes de vie pourraient s'en suivre.



fig.2 divers types de capteurs FSR®



Les capteurs FSR® sont extrêmement fins et sont disponibles dans plusieurs formes et tailles, des versions personnalisées sont également possibles. Leur fonction consiste à détecter les variations de la force appliquée sur leur face supérieure et, dans certaines configurations, ils peuvent également signaler l'emplacement où la force a été appliquée. Cela leur permet d'être utilisés tels des potentiomètres linéaires. Le courant qui circule via un capteur FSR® est en corrélation directe avec la force appliquée, et la sortie analogique du capteur peut être utilisée de plusieurs façons afin d'ajouter de la fonctionnalité aux équipements sur lesquels le dispositif est installé.



En général, les capteurs FSR® peuvent être dédiés à des fonctions spécifiques de l'interface Homme-Machine, ou peuvent être utilisés avec d'autres technologies de capteurs pour améliorer la qualité des données fournies. Par exemple, ils peuvent être utilisés pour initier un retour tactile tel qu'un son « clic » ou une vibration lorsque la pression suffisante est appliquée au niveau d'un bouton ou d'une touche. Il convient de noter, dans le cadre des applications médicales, qu'Interlink Electronics propose des versions particulières de ses capteurs, avec **protection antimicrobienne**.

## Détection de positions et de mouvements au niveau d'une interface Homme - Machine

Différents types d'équipements nécessitent un contact (ou un non-contact) entre une surface du dispositif et certaines parties du corps du patient. Un exemple est l'équipement utilisé pour la radiothérapie dans le traitement de tumeurs, tels que les systèmes *Clinac®* et *Truebeam®* proposés par *Varian Medical Systems* (fig 3). Pour garantir le ciblage précis d'une tumeur, le faisceau doit être positionné correctement. Cela est le cas lors de la mise en place d'un traitement avec un détecteur tactile qui incorpore un capteur FSR® fourni par Interlink Electronics.



fig.3 système de radiothérapie



fig.4A lit d'hôpital avec surveillance intégrée

## Système de surveillance du lit du patient

Une autre application à laquelle la technologie FSR® est particulièrement adaptée est le système de surveillance du lit du patient.

La détection de la force appliquée sur la surface du capteur peut être utilisée pour détecter la présence ou l'absence du patient dans son lit, et peut également être utilisée pour identifier les points de pression résultant de la position du patient dans son lit (fig.4A).

Une matrice de capteurs, comme le *Recora Bed Occupancy Sensor (BOS)*, présentée ci-contre (fig.4B), est utilisée à cet effet. Le *Recora BOS* intègre un capteur FSR® personnalisé développé et fabriqué par Interlink Electronics. Il existe plusieurs raisons pour lesquelles un patient pourrait quitter son lit d'hôpital, certaines sont



fig.4B

tout-à-fait normales, d'autres non. Aller à la salle de bains, cela est normal. Quitter l'hôpital sans que le médecin le sache et l'approuve, cela n'est pas normal ! Equipé de capteurs d'occupation, un système installé sur un lit peut alerter le personnel médical lorsqu'un patient se met au lit ou s'il quitte son lit, quelle qu'en soit la raison.



En termes pratiques, le contrôle des points de pression est de plus en plus important. En générant des alertes programmables, le système de surveillance peut avertir une infirmière lorsqu'il est temps de changer la position du patient. Une pression prolongée pourrait provoquer des escarres. Aux Etats-Unis, une étude menée sous l'égide des National Institutes of Health<sup>3</sup> a révélé que les frais d'hôpitaux moyens par patient atteint d'escarres étaient de 48 000 dollars en 2006. Cela représente une dépense annuelle minimum de 11 milliards de dollars pour le système de soins de santé américain, tout en excluant les coûts automatiquement induits de soins de santé et de soins infirmiers. L'étude conclut que le fait d'arrêter la progression à un stage précoce des escarres peut éviter d'importantes douleurs et souffrances, tout en sauvant des vies et en réduisant des frais de santé de millions de dollars.

Les progrès réalisés au niveau des systèmes de communication sans fil permettent un contrôle à distance, ce qui permet également de réduire les coûts et les souffrances en transférant la technologie de surveillance du lit en-dehors de l'hôpital, vers la maison ou vers un lieu où un contrôle est assuré par des infirmières. La même technologie peut être utilisée sur des fauteuils roulants, tout particulièrement pour des personnes qui ne peuvent se déplacer localement que par ce moyen.

## Détection de la position d'un tube de distribution

Un autre exemple de nécessité de détection de la position est la pompe à perfusion *Baxter* (Fig. 5). Un tube de distribution est acheminé vers la pompe par un opérateur médical qualifié, et doit être positionné avec précision pour garantir que le flux de liquide passant à travers est entièrement sous le contrôle de la pompe.

Pour parvenir à cela, le mécanisme de la pompe contient des composants FSR<sup>®</sup> personnalisés fournis par Interlink Electronics, qui émettent des signaux d'alarme lorsque le tube n'est pas positionné correctement.



fig.5 pompe à perfusion

## Détection d'occlusion



fig.6 détecteur d'occlusion

Même si la méthode de détection de la position du flux fonctionne bien en tant qu'élément intégré d'un dispositif de pompe régulé, il existe un besoin plus général de garantir un flux satisfaisant au niveau des tubes de distribution. Par exemple, en cas d'utilisation de pompes à perfusion portables, le manquement à détecter des occlusions pourrait menacer la vie du patient. Pour éviter de tels cas, ces pompes sont généralement équipées de capteurs qui mesurent la contre-pression de l'assemblage de la pompe. Si la pression amont baisse en dessous du niveau présélectionné, ou si la pression aval s'élève au dessus de sa limite présélectionnée, les alarmes correspondantes sont déclenchées. La technologie FSR<sup>®</sup> est idéale pour cette application, en raison de sa petite taille, de sa finesse et de sa flexibilité. *Introtek International* propose une solution de ce type qui peut être utilisée indépendamment de la source particulière du contenu du tube. Son Détecteur de pression-occlusion (PRO) est conçu pour détecter de subtiles modifications de la pression de l'air positive ou négative dans des tubes souples, et pour produire un signal de sortie résistif passif correspondant (Fig. 6). Si ce signal se situe en-dehors de son étendue normale, une alarme peut être générée. Par exemple, le détecteur peut être utilisé avec un goutte-à-goutte intraveineux (IV) pour déclencher une alarme si une occlusion se produit sur une partie du tube. Il peut également déclencher une alarme si la source du liquide IV est vide.

Pour détecter des modifications de la pression interne du tube, le PRO utilise un capteur FSR<sup>®</sup> d'Interlink Electronics. A l'origine, le détecteur PRO était le résultat d'un intérêt grandissant des fabricants de matériel médical car il propose une solution unique pour contrôler avec précision les occlusions de tubes. Cependant, ses applications se sont désormais étendues aux laboratoires, à l'industrie pharmaceutique et aux emballages automatisés.

Pour détecter des modifications de la pression interne du tube, le PRO utilise un capteur FSR<sup>®</sup> d'Interlink Electronics. A l'origine, le détecteur PRO était le résultat d'un intérêt grandissant des fabricants de matériel médical car il propose une solution unique pour contrôler avec précision les occlusions de tubes. Cependant, ses applications se sont désormais étendues aux laboratoires, à l'industrie pharmaceutique et aux emballages automatisés.



## Retour d'information sur les membres bioniques

Les prothèses sont l'une des applications les plus avancées utilisant la technologie FSR®. Le cerveau humain contrôle les membres à l'aide d'un extraordinaire système de signaux électriques et de retours d'informations envoyés depuis et vers les muscles via le système nerveux du corps. Lorsqu'une personne souffre de la perte d'un ou de plusieurs de ses membres, le cerveau continue à envoyer des signaux de sortie aux endroits où les membres ont été sectionnés. Bien entendu, il ne reçoit pas de retour d'informations de la part du membre sectionné. Aujourd'hui, les recherches de pointe dans ce domaine se concentrent sur le développement de membres artificiels capables de simuler avec précision les mouvements déclenchés par ces signaux depuis le cerveau tout en fournissant des retours d'informations proportionnels au cerveau et ainsi reflétant les résultats de ces mouvements. Le retour d'informations est essentiel pour garantir que le bon mouvement et la bonne pression soient appliqués en vue d'obtenir le bon résultat. Par exemple, une poignée de main trop puissante pourrait blesser la main de l'autre personne !



D'énormes progrès ont été réalisés lors des décennies passées dans le domaine des prothèses, mais le coût des membres artificiels reste très élevé pour de nombreuses personnes qui souhaiteraient en bénéficier. Parmi les composants les plus coûteux utilisés, citons les électrodes *myo* servant à détecter le degré et la force des mouvements de parties de membres restantes. Imaginons, par exemple, une prothèse de la main fixée au bras d'une personne. Les mouvements de la main activés par le cerveau sont liés à l'activité musculaire correspondante de l'avant-bras et du bras. Des capteurs avec électrodes *myo* fixées au bras fournissent les retours d'informations électriques nécessaires qui permettent au cerveau de réguler de façon dynamique la fonction de la main. De récents travaux de développement ont permis d'utiliser des capteurs FSR®, économiquement plus intéressant que les électrodes *myo*<sup>4</sup>. Au lieu de fournir des signaux électriques directs depuis la surface de la peau, les capteurs FSR® font varier la puissance des signaux générés par la batterie - et donc des gestes-réponse - consécutivement aux changements de pression des muscles sur lesquels ils sont fixés.



## Systèmes de rééducation

Les systèmes de rééducation sont une autre application récente des capteurs FSR®. Pendant la période de récupération suivant la fracture d'un membre ou suivant un accident vasculaire cérébral, par exemple, le patient doit suivre une thérapie pour rééduquer et renforcer les parties affectées du corps. De récentes études<sup>5, 6</sup> ont démontré que la thérapie assistée par robot peut améliorer la récupération de la motricité et de la marche plus efficacement qu'avec une thérapie conventionnelle seule<sup>7</sup>. Suite à ces études, ces dernières années, plusieurs exosquelettes assistés par robot sont devenus disponibles sur le marché médical. Pour les thérapies de marche, ces dispositifs incluent le *HOCOMA*

*LOKOMAT*® (ci-dessus), le *BAMA Robogait*® et plus récemment la jambe bionique *Tibion*® (Figure 7).

Le produit *Tibion* diffère de ses prédécesseurs dans la mesure où il s'agit d'un dispositif robotique portable et alimenté par batterie, actionné par l'intention du patient de se déplacer. En d'autres termes, le retour d'informations des capteurs FSR® initie et contrôle le niveau d'assistance fourni.

Pour les thérapies des mains et des bras, *Hocoma* propose le groupe de dispositifs *Arneo*. D'autres produits incluent le groupe *InMotion Robots*, d'*Interactive Motion Technologies*, et le gant *SEM TM* de *Bioservo Technologies AB* (Figure 8). Le gant *SEM* fournit une assistance à la prise, à l'aide des FSR® d'*Interlink Electronics*, pour aider à réguler la force de la prise. Pour tous ces systèmes, des retours d'informations des capteurs garantissent le fait que le niveau d'assistance demeure dans les limites présélectionnées.



fig.7 jambe bionique



fig.8 thérapie des mains



## Systèmes I.H.M. améliorés

Ayant passé en revue quelques unes des applications médicales les plus avancées et les plus spécialisées intégrant des FSR®, nous ne devrions pas oublier son application d'origine, c'est-à-dire le contrôle fonctionnel amélioré de toute interface Homme-Machine (IHM). Un exemple concret est le respirateur *Philips® Respironics V60* (Figure 9), utilisé pour aider les patients qui ont des difficultés à respirer. Il comporte un système pneumatique contrôlé par microprocesseur qui délivre un mélange d'air et d'oxygène au patient via un masque ou un tube. Il a été conçu pour être utilisé uniquement par des membres du personnel médical qualifiés. L'opérateur fournit des données à la machine via un écran tactile, des touches ou une bague de navigation. Ces données génèrent divers ordres contrôlant avec précision la délivrance du mélange gazeux au patient. La bague de navigation, fournie par Interlink Electronics, permet à l'opérateur d'ajuster les valeurs et de naviguer sur l'interface utilisateur graphique en faisant pivoter ses doigts sur le pavé tactile. Cela est semblable à la méthode de navigation utilisée sur l'*iPod® classic d'Apple®*, mais sans les limites du dispositif d'entrée à base de technologie capacitive.



fig.9 respirateur

Comme dans beaucoup de secteurs, de nombreux produits de gestion et de contrôle médical ont adopté un clavier et certains types de dispositifs de pointage en tant que méthode principale d'entrée de données et de contrôle. Pour certains de ces produits, le « dispositif de pointage » est un petit levier de commande, et pour d'autres, le mouvement du curseur est réalisé à l'aide d'un pavé tactile. Les petits leviers de commande offrent un contrôle complet, à 360°, plus précis que celui d'un pavé tactile, mais le pavé tactile est plus facile à utiliser lorsque l'on porte des gants. Pour les applications non médicales, les pavés tactiles peuvent être basés sur des technologies résistives ou capacitives. Pour des applications médicales, les pavés tactiles capacitifs ne sont généralement pas acceptables car ils ne fonctionnent pas de façon fiable – ou ils ne fonctionnent pas du tout – notamment lorsque le médecin ou l'infirmière porte des gants ou a les mains contaminées. Les pavés tactiles résistifs ne présentent pas cet inconvénient mais, jusqu'à récemment, ils ne permettaient pas les mouvements à deux doigts disponibles sur les dispositifs capacitifs. Cependant, Interlink Electronics propose désormais des pavés tactiles résistifs qui permettent des fonctions à deux doigts tels que le zoom par pincement.

Un exemple d'utilisation du pavé tactile original Interlink Electronics est le moniteur de surveillance *Mindray V21* (Figure 10), il peut être actionné via une combinaison de touches souples situées au bas de l'écran. Un autre exemple est l'ordinateur portable durci *Toughbook* (Figure 11) utilisé par de nombreux



fig.10 Mindray v21

premiers intervenants comme des ambulanciers ou des techniciens médicaux d'urgence. Un pavé tactile n'était pas acceptable pour le *Toughbook*, pour les mêmes raisons que celles citées ci-dessus. L'aide additionnelle des mouvements à deux doigts pour la nouvelle génération de pavés tactiles *VersaPad®* d'Interlink Electronics est très utile pour des applications où l'utilisation et la manipulation de l'imagerie médicale, y compris des images en 3D, est requise.



fig.11 le Toughbook de Panasonic®

## Les applications du « Quantified Self » ou le moi comme source de données

En 2007, deux éditeurs de *Wired* magazine, Gary Wolf et Kevin Kelly, ont inventé le terme « Quantified Self » pour servir de base à « une collaboration d'utilisateurs et de fabricants d'outils qui partagent un intérêt pour l'auto-connaissance via l'auto-suivi ». Ils ont formulé une idée qui existait déjà depuis de nombreuses années mais de façon décousue. Les podomètres n'étaient pas nouveaux tout comme les moniteurs de rythme cardiaque ou les systèmes de surveillance du sommeil. Cependant, les utilisateurs de ces dispositifs les achetaient généralement pour atteindre un but unique.



Un passionné de fitness aurait pu avoir un moniteur du rythme cardiaque, mais pas un système de surveillance du sommeil. Un marcheur aurait pu avoir un podomètre, mais pas un moniteur du rythme cardiaque.

Depuis, beaucoup de nouveaux dispositifs et systèmes sont apparus et ceux-ci intègrent de multiples fonctions, aussi bien pour les passionnés de fitness que pour les personnes préoccupées par leur bien-être. La popularité de ces dispositifs a augmenté si rapidement qu'une récente étude menée par ABI Research<sup>8</sup> prévoit que le marché des dispositifs portables pouvant être reliés à Internet va atteindre 6 milliards de \$ d'ici 2018.

Pour faire avancer la cause des applications « Quantified Self », Qualcomm<sup>®</sup> et la fondation XPRIZE ont lancé un concours en janvier 2012, avec un prix de 10 millions de \$, pour le développement d'un dispositif similaire à celui que l'on voyait dans la série Star Trek mais qui n'avait pas encore franchi les frontières de la science fiction : le Tricorder<sup>9</sup>. L'objectif du concours était de rendre disponible à chacun un dispositif portable, sans fil, capable de contrôler et de diagnostiquer l'état de santé de celui qui le porte, lui permettant de prendre des mesures préventives en cas de risque pour la santé détecté.

Examinons à présent quelques unes des applications « Quantified Self » qui ont fait leur apparition depuis que le terme a été lancé, ainsi que le rôle que les capteurs FSR<sup>®</sup> jouent ou pourraient jouer associés à ces nouveaux produits.

## Les trackers d'activité

En 2006, Nike<sup>®</sup> a lancé ce qui pourrait être considéré comme le premier suiveur d'activité multifonctions et le précurseur du mouvement « Quantified Self ». En collaboration avec Apple<sup>®</sup>, ils ont présenté le kit Nike + iPod Sports, comprenant un petit accéléromètre piézoélectrique / transmetteur sans fil, un récepteur branché à un iPod Nano, et une adhésion à iTunes. Au même moment, Nike<sup>®</sup> a présenté une nouvelle ligne de chaussures conçues pour accueillir le transmetteur sous la semelle, ainsi qu'un nouveau service Internet (nikeplus.com), où les utilisateurs peuvent stocker leurs données d'entraînement à l'infini. Ce système permet aux utilisateurs de suivre et d'afficher des données comme le temps écoulé lors d'un entraînement, la distance parcourue, l'allure et les calories brûlées. Malgré sa petite taille, l'iPod Nano n'était pas, pour les coureurs, le dispositif portable le plus satisfaisant du point de vue ergonomique. Ainsi, en 2008, Nike a présenté le SportBand (Figure 12), un serre-poignet avec affichage intégré, connecteur USB et récepteur sans fil (pour communiquer avec le capteur placé dans la chaussure). Après un entraînement, l'utilisateur pouvait connecter le SportBand à son ordinateur via un port USB, afin de télécharger ses données d'entraînement sur nikeplus.com.



fig.12 le Sportband

Plusieurs nouvelles sociétés ont également fait leur apparition sur le marché en 2008. Fitbit<sup>®</sup>, un nouveau venu dans l'arène des « Quantified Self », a présenté son premier produit, aujourd'hui comme étant le « produit classique ». A l'aide d'un accéléromètre micro-miniature et d'une station de base sans fil, il permettait de mesurer les foulées, la distance parcourue, les calories brûlées, l'intensité de l'activité, mais également la qualité du sommeil. Avec l'arrivée de la connectivité Bluetooth aux téléphones cellulaires, d'autres fonctions sont devenues possibles, y compris la cartographie tridimensionnelle de la trajectoire d'un coureur

utilisant un système de suivi avec GPS intégré disponible dans plusieurs de ces téléphones ainsi qu'un altimètre micro-miniature intégré dans le dispositif. Une fois le marché potentiel des dispositifs de suivi d'activité reconnu, une vague de nouveaux produits a fait son entrée, y compris des produits créés par BodyMedia<sup>®</sup>, Jawbone<sup>®</sup>, le français Withings<sup>®</sup> ou encore Polar<sup>®</sup>. Pour conserver leur part de marché, Nike<sup>®</sup> a ajouté plusieurs nouveaux produits à sa ligne en 2012, y compris le Fuelband (Figure 13) et le GPS SportWatch qui dispose d'un capteur Nike + intégré à la chaussure. Par ailleurs, ils ont présenté de nouvelles chaussures « connectées » pour les entraînements d'athlétisme et de basketball. Les capteurs de ces chaussures permettent la détection et l'enregistrement de nouvelles caractéristiques, comme la hauteur d'un saut ou la vitesse d'une course, et cela grâce à la fusion de multiples technologies de capteurs, y compris la technologie FSR<sup>®</sup>.



fig.13 le Fuelband



Depuis 2008, d'importantes avancées technologiques ont été réalisées et le suiveur d'activité le plus perfectionné à la fin de l'année 2013 était le bracelet de fitness *Amiigo*<sup>®</sup> (Figure 14), compatible avec tout iPhone ou téléphone fonctionnant sous Android. Il ne permettait pas uniquement de contrôler le nombre de foulées, la distance, les calories brûlées et la qualité du sommeil, il pouvait également être utilisé dans le domaine de la gymnastique en raison de sa remarquable capacité à reconnaître et à suivre des douzaines d'exercices différents, et pouvait également mesurer la température du corps ou encore la fréquence du pouls. Pour parvenir à cela, le système *Amiigo*<sup>®</sup> comporte deux éléments : le bracelet ainsi qu'une petite unité auxiliaire qui se fixe au lacet de la chaussure. Le système contient cinq capteurs différents, et le bracelet est étanche à l'eau, il peut donc être utilisé pour les exercices de natation.



fig.14 *Amiigo fitness bracelet*

En 2013 est arrivée une nouvelle catégorie de dispositifs portables : la montre intelligente. Même si elle n'est pas spécifiquement destinée au marché des soins personnels, de nombreuses nouvelles sociétés fabriquant des montres intelligentes et ont également incorporé des éléments de suivi d'activité dans leurs produits. Des exemples sont la *Pebble*<sup>®</sup> Smartwatch, la *Dew*<sup>®</sup> Motion iStick Playtime, la *Kreyos Meteor*<sup>®</sup>, ou la prochaine *Apple*<sup>®</sup> iWatch.

## Le contrôle du bien-être



fig.15 *Zensorium Tinké pour iPhone*

Contrairement au contrôle en continu des suiveurs d'activité, les systèmes de surveillance du bien-être personnel sont généralement conçus pour effectuer des contrôles ponctuels de certains paramètres liés à la santé de l'utilisateur. Ces paramètres incluent le rythme cardiaque, la fréquence respiratoire et la pression sanguine. Un exemple de haut niveau est le *Zensorium*<sup>®</sup> Tinké, qui existe en versions connectables aux iPhone et aux Android (Figure 15).

Le Tinké utilise une lumière rouge et infrarouge pour mesurer le rythme cardiaque, la fréquence respiratoire, la saturation d'oxygène dans le sang et la variabilité du rythme cardiaque. L'utilisateur saisit l'unité avec son pouce placé sur les orifices du détecteur et de la source, et la lumière réfléctée contient le signal qui est analysé et affiché par l'application sur le smartphone associé. Cette méthode d'analyse est connue en tant que « photopléthysmographie ». La tablette, autour des orifices, utilise un capteur FSR<sup>®</sup> Interlink Electronics pour s'assurer que l'utilisateur applique une pression du pouce correcte lorsque la mesure est effectuée. Le capteur garanti également que la surface du pouce de l'utilisateur se situe à la distance idéale par rapport à la source de lumière et au détecteur, pour une lecture optimale.

## Et après ?

Comme nous venons de le voir, ces dernières décennies, de remarquables progrès ont été effectués quant à l'application de la technologie des capteurs dans les domaines médicaux et des soins de santé. De nombreuses nouvelles applications continuent à voir le jour. La « main haptique » (Figure 16) en est un merveilleux exemple. Ce complexe enchevêtrement de capteurs FSR<sup>®</sup> et de processeurs associés forme la base d'un gant instrumenté utilisé pour nous aider à comprendre le mouvement des articulations et la raideur de la main chez les patients atteints d'arthrose. Développée à l'Institut National Tyndall de l'Ecole supérieure Cork, en Irlande, ce gant fournit des données à partir desquelles peuvent être préparées des simulations en 3D de l'évolution de la mobilité des articulations des patients au fil du temps, et à partir desquelles le niveau d'arthrose peut être évalué.



fig.16 *prototype de la main Haptique*





Les chercheurs de Tyndall estiment que cette même technologie serait d'une grande valeur dans d'autres domaines, tels que la rééducation de patients afin qu'ils récupèrent la mobilité de la main suite à un accident vasculaire cérébral, et qu'elle pourrait être utilisée en tant qu'outil lors de la formation des chirurgiens.

Des applications spécifiques comme la main haptique sont certainement d'une grande valeur, mais, peut-être que le domaine le plus important aujourd'hui est la « santé sans fil ». Le professeur Hassan Ghasemzadeh de l'Université de San Diego, Directeur de recherche au UCLA Wireless Health Institute, estime que, via l'utilisation de système de surveillance de l'état de santé à distance tels que ceux présentés dans ce document, des économies pouvant aller jusqu'à 71 % du coût des réadmissions en hôpital pourraient être réalisées<sup>10</sup>. En collaboration avec des médecins, des infirmières et des chercheurs dans une demi-douzaine d'importants centres médicaux californiens, son équipe travaille sur les défis que représente le fait de développer des systèmes de surveillance pratiques et sans fils. Les travaux sont à leur début mais les récentes études ont d'ores et déjà conduit à d'importantes améliorations au niveau de la précision des prévisions d'intervention auprès de patients surveillés. En d'autres termes, les pourcentages de fausses alertes quant au besoin d'intervention médicale ont été réduits de façon considérable.

Le coût annuel du système de soins de santé aux Etats-Unis s'élève actuellement à 3 billions de \$, et il augmente chaque année. Environ 80 % du coût en raison de patients atteints de troubles chroniques, comme des maladies cardiaques et du diabète, dont le traitement est forcément lié à une surveillance régulière voire constante. Le professeur Ghasemzadeh estime que des interventions précoces auprès de patients surveillés atteints de maladies chroniques pourraient représenter le seul moyen de préserver le système de santé d'un effondrement financier.

## Conclusion

**Dans ce premier livre blanc, nous avons passé en revue l'impact des capteurs FSR® sur les équipements médicaux et les dispositifs de surveillance de l'état de santé personnel. Il existe une demande grandissante en matière de capteurs pouvant être utilisés pour améliorer l'interface Homme-Machine, et en matière de capteurs capables de fournir des données pouvant être utilisées de façons nouvelles et innovantes. Les FSR® jouent et joueront un rôle significatif dans ce domaine. Ils sont peu coûteux, fins, facile d'utilisation et d'intégration, peu énergivores et faciles à personnaliser. Ils peuvent facilement être combinés à d'autres technologies de capteurs afin d'améliorer le retour d'informations tactile et peuvent être utilisés pour améliorer la qualité des données issues d'autres capteurs. Cela les rend particulièrement attractifs pour les ingénieurs et fabricants de produits qui cherchent à créer la prochaine génération de produits et de dispositifs médicaux innovants.**

**Et vous, quel avenir voulez-vous imaginer ?**

### A propos d'Interlink Electronics



Interlink Electronics est le leader mondial de la technologie Force Sensing Resistor® (FSR®) et est l'un des pionniers de cette technologie à électronique intégrée. Basée aux Etats-Unis à Camarillo, Interlink Electronics est présente depuis 25ans sur le marché de la commutation sensitive.

Fournissant beaucoup de sous traitants électroniques, on retrouve cette technologie dans les appareils portatifs tels que la téléphonie mobile, les MP3, les ordinateurs...

Ces interfaces intuitives sont utilisées par de grands fabricants de l'électronique. également appréciées des ingénieurs grâce à la flexibilité que propose ces produits.

### A propos de Kynoppe



L'équipe de Kynoppe opère depuis de nombreuses années sur le macro-marché de la commutation et de l'interfaçage de l'Homme avec la Machine. Partenaire clé sur le marché francophone de fabricants- concepteurs reconnus mondialement, Kynoppe sélectionne, co-développe et commercialise une large gamme de produits de commutation pour des marchés très diversifiés: l'automatisation industrielle, le médical, les télécommunications, l'aéronautique, le transport, la défense, l'agriculture etc. Ainsi, quelque soit votre coeur de marché, l'équipe Kynoppe met à votre disposition son offre technologique étendue, sa réactivité, sa flexibilité et son savoir-faire pour que la commutation soit au service de votre application. Kynoppe est le représentant privilégié de Interlink Electronics en France.

[www.kynoppe.com](http://www.kynoppe.com)



INTER.SENS



## Références

- (1) Wikipedia – Quantified Self : [http://en.wikipedia.org/wiki/Quantified\\_Self](http://en.wikipedia.org/wiki/Quantified_Self)
- (2) Wikipedia – Electrocardiographie : <http://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography>
- (3) Le American Journal of Surgery (Volume 200, édition 4, pages 473-477, octobre 2010) – “High cost of stage IV pressure ulcers”
- (4) Prothèse de la main contrôlée par FSR ® (septembre 2005 – juin 2008) – recherche réalisée par Jeremy Blum de l'Université de New Brunswick, Institut d'ingénierie biomédicale, sus le contrôle du Dr Peter Kyberd.
- (5) Journal of Rehabilitation Research & Development (Volume 49, numéro 4, 2012, pages 479-496) – Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs : systematuc review and meta-analysis of the litterature.
- (6) Journal of Rehabilitation Research & Development (Volume 49, numéro 4, 2012, pages 613-622) – Robot-assisted practice of gait and stair climbing in non-ambulatory stroke-patients.
- (7) Myomo pour les professionnels médicaux –Etude  
<http://www.myomo.com/myomo-medical-profesionals-neurological-rehabilitation-research>
- (8) MobiHealthNews (octobre 2013) – Wearable device revenues to grow to \$6B in 2008  
<http://mobihealthnews.com/25933/wearable-device-revenues-to-grow-to-6b-in-2008/>
- (9) Le Qualcomm Tricorder XPRIZE (janvier 2012) - <http://www.qualcommtricorderxprize.org/>
- (10) Présentation du professeur Hassan Ghasemzadeh – Remote Health Monitoring : saving the Healthcare System using Wirless Health : <http://vimeo.com/62095054>



## switching experts

### L'EXPERTISE TECHNOLOGIQUE MULTI-SECTORIELLE

Quelque soit le secteur industriel sur lequel vous évoluez, vous avez certainement constaté que la modularité et la flexibilité des systèmes IHM (d'Interface Homme-Machine) conditionnent la plupart du temps le succès d'un produit. En effet, l'ergonomie visible dans l'électronique grand public a établi des standards très élevés qui s'imposent aujourd'hui au monde industriel et ce, quelque soit le secteur concerné : l'interface avec l'utilisateur est devenu un critère qualité à part entière et par là-même un véritable outil de différenciation.

L'équipe de Kynoppe opère depuis de nombreuses années sur le macro-marché de la commutation et de l'interfaçage de l'Homme avec la Machine. Partenaire clé sur le marché francophone de fabricants-concepteurs reconnus mondialement, Kynoppe sélectionne, co-développe et commercialise une large gamme de produits de commutation pour des marchés très diversifiés : l'automatisation industrielle, le médical, les télécommunications, l'aéronautique, le transport, la défense, l'agriculture etc.

Ainsi, quelque soit votre coeur de marché, l'équipe Kynoppe met à votre disposition son offre technologique étendue, sa réactivité, sa flexibilité et son savoir-faire pour que la commutation soit au service de votre application.

### VOS SOLUTIONS PERSONNALISEES

Malgré le choix très étendu des produits proposés par Kynoppe, il se peut que votre besoin ne soit pas à 100% satisfait...

Pour y répondre à coup sûr, Kynoppe met à votre disposition son savoir faire et les connaissances techniques de ses partenaires fabricants : marquage spécifique sur un bouton, rétroéclairage personnalisé, câblage et harnachement sur mesure, packaging individualisé, sont autant de possibilités d'adaptation de nos produits standardisés à vos besoins.

Si toutefois vos pré-requis nécessitent le développement d'une interface spécifique sur cahier des charges, Kynoppe et son bureau d'étude partenaire Diamelec ont les compétences et les outils ad-hoc pour vous accompagner dans le développement de toute solution complète : du choix de la ou des technologies de commutation à mettre en œuvre, jusqu'au design de l'IHM en passant par le développement de l'éventuel logiciel pilotant l'ensemble; en résumé, toujours présents à vos côtés pour vous aider à anticiper et à innover...



*boutons poussoirs antivandales, miniatures, antichocs et d'interface*



*microtouches, interrupteurs à levier et à glissière, micronoyeux*






*solutions de commutation pour l'automatisation et le levage*



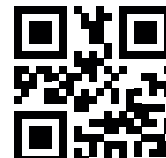
*solutions de commutation sensibles et capteurs*

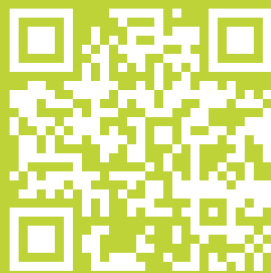


**Kynoppe SAS**  
18, avenue raspail - 94100c Saint Maur des Fosses  
Tel. 01 48 75 92 76 - Fax. 01 48 75 75 18 -  
sales@kynoppe.com

 [www.kynoppe.com](http://www.kynoppe.com)  
 [@kynoppe](https://twitter.com/kynoppe)  
 [kynoppe](https://www.linkedin.com/company/kynoppe)

SCANNEZ CE QR-CODE POUR  
DECOUVRIR NOS NOUVEAUTES





scannez ce QR-code et découvrez toutes nos nouveautés