

# Montre connectée : la HE-Arc suit le mouvement

**Serge-André Maire**

Haute École Arc Ingénierie

Espace de l'Europe 11, CH – 2000 Neuchâtel

[ingenierie@he-arc.ch](mailto:ingenierie@he-arc.ch) – [www.he-arc.ch/ingenierie](http://www.he-arc.ch/ingenierie)

Décembre 2020

39

Bulletin SSC n° 90

**A** lors que la montre connectée fait sa place dans l'horlogerie suisse, la Haute École Arc suit le mouvement. Elle intègre dorénavant ce domaine à ses formations en ingénierie horlogère.

Pour la première fois, en 2019, il s'est vendu plus d'Apple Watch que de montres suisses, toutes marques confondues. Face à la progression fulgurante du marché de la montre connectée, l'horlogerie suisse intègre les technologies numériques dans une part toujours plus importante de ses marques et modèles.

Soucieuse de former des ingénieurs aptes à répondre à ces besoins émergents, la Haute École Arc a mis en place des cours pratiques permettant à ses étudiants en Ingénierie horlogère d'appréhender ces nouvelles technologies.

Ils apprennent notamment à faire le bilan énergétique d'une montre connectée solaire, à appréhender les algorithmes permettant de traiter les valeurs fournies par des capteurs inertiels et barométriques, ainsi qu'à programmer une interface utilisateur sur Android.

## Tester le rendement des cellules solaires

Dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, la consommation énergétique est le nerf de la guerre. Pour alimenter ses microprocesseurs et son écran tactile, une montre connectée demande beaucoup plus d'énergie qu'un modèle électronique ou mécanique traditionnel.

Il faut donc trouver des sources d'énergie complémentaires. L'intégration de cellules solaires sur le cadran est l'une des pistes choisies par les marques horlogères, à l'image de Tissot avec sa T-Touch (d'autres pistes sont mentionnées dans l'encadré en page 40).

L'un des exercices auxquels se livrent les étudiants en Ingénierie horlogère de la HE-Arc consiste à tester divers

types de cellules solaires, en les soumettant à un flux de lumière correspondant au soleil (environ 100 mW/cm<sup>2</sup>). Ils ont ainsi constaté que les cellules de la T-Touch Solar ont un rendement six fois supérieur à celui de la montre chinoise Tomoro Vogue Muscle, alors que les cellules de ces deux modèles sont constituées de couches minces de silicium amorphe.

La T-Touch Connect Solar, sortie en septembre dernier, est équipée d'une cellule solaire à jonction simple qui fait directement office de cadran. Cette nouvelle technologie, développée par le CSEM (Centre suisse d'électronique et de microtechnique), permet d'atteindre un rendement supérieur.

L'utilisation de cellules solaires à base de matériaux semiconducteurs dits « III-V », comme l'arséniure de gallium, que l'on retrouve notamment dans l'aérospatial, permettrait d'améliorer encore ce rendement mais leur prix a, jusqu'ici, dissuadé les manufactures horlogères d'y recourir.

## Programmer un podomètre

Les étudiants en Ingénierie horlogère de la HE-Arc se familiarisent également avec les différents types de capteurs embarqués dans les montres connectées : thermomètre, baromètre (pour mesurer la pression atmosphérique et donc l'altitude) ou capteurs inertiels (accéléromètre et gyromètre, pour mesurer le déplacement dans l'espace).

Le podomètre est l'une des applications les plus prisées des utilisateurs de montres connectées. Elle est censée leur permettre de connaître le nombre de pas qu'ils font en une journée, par exemple, mais les données fournies par certains modèles manquent de précision.



Fig. 1 : Grâce à son cadran constitué d'une cellule solaire à jonction simple, la nouvelle T-Touch Connect Solar dispose d'une autonomie d'au moins six mois en mode non connecté. Photo Tissot.

L'un des exercices auxquels se livrent les étudiants en Ingénierie horlogère de la HE-Arc consiste à étudier le fonctionnement d'un podomètre puis à le programmer. Ils doivent donc être capables d'appréhender un algorithme qui convertisse en nombre de pas les données fournies par l'accéléromètre et le gyromètre embarqués dans la montre.

Pour cet exercice, ils se déplacent de différentes manières – en marchant la main dans la poche puis en dehors, en montant et descendant les escaliers ou en courant – tout en portant à leur poignet le Physilog 5, un appareil de mesure intégrant un accéléromètre 3D et un gyromètre 3D, ainsi que des capteurs barométriques similaires à ceux présents dans les montres connectées.

Les données enregistrées par ces deux capteurs sont ensuite transférées pour traitement. Matlab permet de visualiser ces données sous la forme d'un graphique en courbes dont chaque pic est censé coïncider avec un pas.

La réalité n'est toutefois pas si simple : tous les utilisateurs n'ont pas la même démarche et les mouvements parasites ne doivent pas être comptabilisés comme des pas. Ce n'est qu'après avoir analysé les courbes du graphique, défini des seuils de tolérance et labellisé les données qu'il est possible d'écrire un algorithme capable de convertir fidèlement en nombre de pas les signaux transmis par l'accéléromètre et le gyromètre de la montre connectée.

Pour la programmation, une collaboration est mise en place avec les ingénieurs en Systèmes informatiques embarqués de la HE-Arc. Dans l'horlogerie comme dans d'autres domaines, la digitalisation galopante oblige les ingénieurs à développer des compétences en programmation, pour être capables de dialoguer avec des spécialistes en informatique.

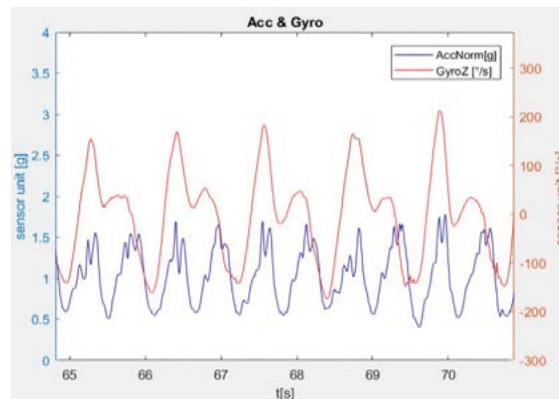


Fig. 2 : Il faut traiter judicieusement les signaux transmis par l'accéléromètre (courbe bleue) et le gyromètre (courbe rouge) pour pouvoir écrire l'algorithme d'un podomètre fiable.

Les onze groupes de compétences de la HE-Arc Ingénierie se tiennent à disposition pour collaborer dans le cadre de projet de R&D ou de formations continues. Les travaux pratiques décrits dans cet article pourraient ainsi être proposés à des maisons horlogères désireuses de familiariser leurs employés avec les technologies utilisées dans les montres connectées. ■

**La consommation, nerf de la guerre**

*Sur le marché de la montre connectée, l'un des atouts de l'horlogerie suisse est sa capacité à développer des modèles consommant très peu d'énergie et disposant donc d'une autonomie inégalée.*

*C'est notamment le cas de la nouvelle T-Touch Connect Solar qui, selon Tissot, peut être utilisée au moins six mois sans la recharger. C'est grâce à l'utilisation de programmes informatiques et de composants électroniques optimisés, ainsi que d'une batterie Renata alimentée par la cellule solaire du cadran, que cette autonomie peut être atteinte.*

*Il existe toutefois d'autres pistes que le solaire pour alimenter les batteries en énergie et, ainsi, ne pas avoir à recharger quotidiennement sa montre connectée.*

*Parmi elles, on pense à l'utilisation de microgénérateurs thermoélectriques, capables de transformer en électricité la différence de chaleur entre la peau de l'utilisateur et le fond de la boîte de montre. Ce principe ne permet pas encore de fournir suffisamment d'énergie mais la recherche se poursuit, en combinant cette technologie avec celle des cellules solaires, comme c'est le cas pour le modèle américain PowerWatch 2.*

*La montre connectée hybride, alimentée en énergie par un mouvement mécanique automatique, constitue une autre piste, choisie notamment par les marques suisses X-One et Sequent.*