

L'électronique imprimée au service des capteurs et biocapteurs connectés

Publié le 14 avril 2025 par Romain FOURNIER



Capteur imprimé intégré dans des orthèses dentaires.

Crédit photo : Printup Institute

Les capteurs et biocapteurs à porter sur soi représentent un levier essentiel pour la personnalisation des parcours de soin, mais aussi des défis techniques. C'est en particulier le cas des biocapteurs, dont le développement repose directement sur les avancées en matière d'électronique imprimée.

Pour suivre de manière continue l'évolution de maladies chroniques, optimiser les traitements ou encore prévenir les complications, il est nécessaire de développer des outils de diagnostic personnalisés et connectés. Ces outils passent par l'intégration de composants électroniques tels que les capteurs et biocapteurs, destinés à collecter les données biomédicales et

environnementales en temps réel.

Souvent intégrés dans des dispositifs à porter sur soi (*wearables*), les **capteurs** mesurent des paramètres physiologiques comme la température corporelle, le rythme cardiaque ou encore le niveau d'oxygène dans le sang. Les **biocapteurs** vont plus loin en détectant des biomolécules spécifiques, apportant ainsi des informations précieuses sur l'état de santé d'un individu.

Pour des parcours de soin personnalisés

L'intégration des données recueillies par ces dispositifs dans des systèmes d'information de santé permet d'analyser les comportements des patients. Cette analyse facilite la mise en place de parcours de soin adaptés aux besoins de chaque individu. Les professionnels de santé peuvent alors prendre des décisions éclairées, basées sur des données objectives, améliorant ainsi l'efficacité des interventions médicales.

Porté par une équipe de recherche de l'Université Paris Cité, Print'up Institute a été créé en 2023 avec l'objectif de développer, en France, la chaîne de valeur de l'électronique imprimée pour la santé.

Par ailleurs, l'utilisation de ces capteurs connectés favorise l'autonomisation des patients qui deviennent acteurs de leur propre santé. En accédant à leurs données en temps réel, ils parviennent à mieux comprendre leur état et participent activement au suivi de leur traitement.

L'électronique imprimée pour la détection et la bio-détection

L'électronique imprimée permet d'intégrer des fonctions variées, comme la détection et la bio-détection, sur des surfaces non planes, et de réaliser des composants ultrafins (<200 µm) et légers (<100mg). Elle a prouvé sa pertinence dans l'automobile, l'aéronautique et le spatial notamment, et ouvre de réelles perspectives dans le domaine de la santé, pour la réalisation de capteurs et biocapteurs connectés.

La tendance majeure est à la conception de patchs cutanés intégrant des capteurs pour le suivi de bio-signaux comme l'activité cardiaque. Ces patchs sont matures, commercialisés et déjà utilisés par les praticiens dans certains pays.

Le nombre de biocapteurs à porter sur soi disponibles sur le marché est en revanche très limité. Seuls les biocapteurs de glycémie ont atteint, à ce jour, des volumes de vente considérables (6,8 Md\$ en 2023 avec une perspective de 20,2 Md\$ en 2032, selon Global Market Inside). Le nombre de publications relatives au développement de biocapteurs augmente constamment. Ce qui n'est pas le cas du nombre de brevets concernant les biocapteurs à porter sur soi (voir illustration).

Biocapteurs à porter sur soi : des défis et des opportunités

Le faible nombre de biocapteurs à porter sur soi s'explique par la difficulté de concevoir des schémas de détection qui n'incluent ni traitement préalable de l'échantillon (sang, sueur, larme...), ni rinçage du capteur avant la mesure.

En effet, le dosage de certains biomarqueurs nécessite une préparation de l'échantillon. Par exemple, l'analyse de l'ADN demande une lyse préalable des cellules. De plus, la majorité des biocapteurs classiques incluent une étape de rinçage pour éliminer l'adsorption de substances interférentes présentes dans les échantillons biologiques (e.g. protéines) qui conduisent à de faux positifs. Dans le cas des biocapteurs à porter sur soi, les étapes de rinçage ne peuvent pas être mises en œuvre. Il est donc nécessaire de trouver des approches pour s'en affranchir, notamment dans le cas du dosage de biomarqueurs présents à l'état de traces qui peut être largement perturbé par la présence des interférents.

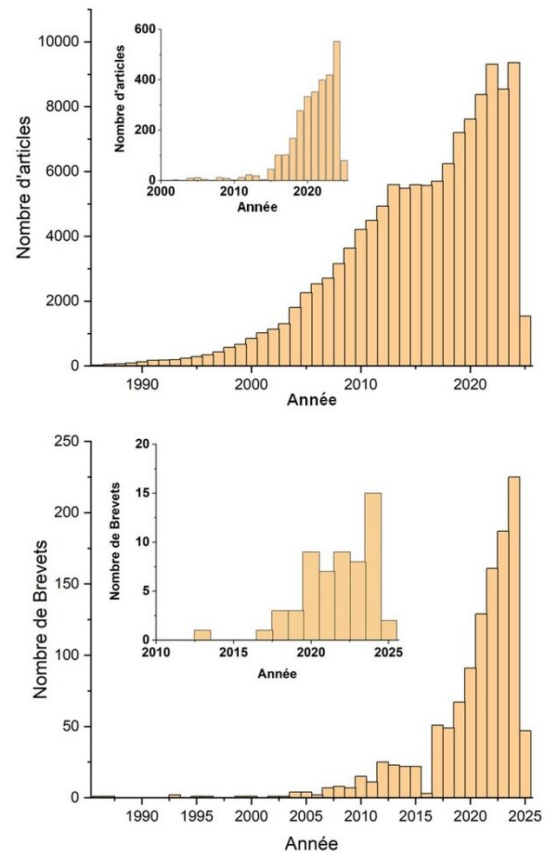
Pour accélérer l'innovation en matière de biocapteurs à porter sur soi, il est crucial de développer une approche intégrative qui adresse l'ensemble de la chaîne de valeur, de promouvoir et de soutenir les partenariats recherche/industrie. Cette synergie est la clé pour surmonter les défis actuels et tirer parti du potentiel de l'électronique imprimée.

Exemples de développement de biocapteurs à porter sur soi

L'institut Print'Up est engagé dans des programmes de développement de capteurs et de biocapteurs à porter sur soi. C'est ainsi qu'il a développé, en collaboration avec l'équipe du professeur Jean-Pierre Attal, experte dans le domaine de l'odontologie, des outils d'analyse de la salive et de l'haleine intégrés dans des orthèses dentaires connectées. Ce type de dispositif trouve une application directe dans le diagnostic et le suivi des cancers et des maladies neurodégénératives.

En partenariat avec des acteurs industriels du domaine, Print'Up conçoit et élabore aussi des patches intégrant des transistors imprimés, dédiés au suivi en temps réel de bio-signaux et de substances moléculaires telles que le glucose, le lactate ou encore des composés organiques volatils.

Ces patches sont destinés au suivi du degré de cicatrisation de plaies, au monitoring du stress ou au diagnostic médical. La nature des capteurs intégrés est déclinée en fonction de l'application santé visée.



Nombres d'articles (en haut) et de brevets (en bas) portant la mention "biosensor" avec, en inserts, les nombres d'articles et de brevets spécifiés "wearable biosensor", d'après PubMed (source : PubMed).