

Novembre 2022

Cette lettre de veille signale quelques publications récentes traitant de recherche et développement, innovations, agriculture numérique, biotechnologie, robotique, intelligence artificielle, etc. Les textes sont à retrouver sur le blog de veille du CEP <https://veillecep.fr>.

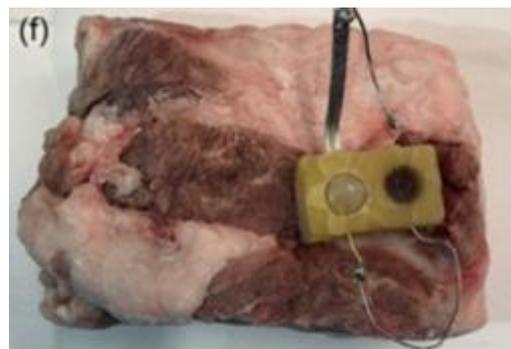
Jérôme Lerbourg, Chargé de mission Veille technologique et normative, Bureau de la veille

Un capteur de rupture de chaîne du froid comestible

Dans la revue *ACS Sensors*, en octobre dernier, des chercheurs italiens décrivent le fonctionnement d'un dispositif auto-alimenté, composé de matériaux comestibles, faisant office de capteur de température. Ce capteur est placé au contact direct de l'aliment, au moment de sa congélation, et sa couleur indique au consommateur si la chaîne du froid a été respectée tout au long du cycle logistique (transport, stockage). Ce respect assure le maintien de la qualité sanitaire et du goût des denrées, tout particulièrement quand elles passent par des phases de congélation et décongélation, qui les exposent à des risques de contamination par des micro-organismes pathogènes, à l'origine d'intoxications alimentaires.

Le système est composé d'une cellule électrochimique intégrant deux électrodes plongées dans une solution électrolyte congelée. Décongelée, la solution liquide permet aux électrons de circuler entre l'anode et la cathode, générant un courant électrique. Alimenté par ce courant, un indicateur colorimétrique change de couleur de manière irréversible et proportionnelle à la durée de production du courant. Le choix des sels et de leur concentration dans l'électrolyte permet, en outre, de sélectionner un point de décongélation entre 0 et - 50 °C et ainsi de moduler la température à laquelle le changement de couleur s'opère. Plusieurs matériaux comestibles pouvant être utilisés comme composants ont été testés. Le prototype utilisé par les chercheurs, pour faire la preuve de ce concept, était principalement constitué de chou rouge, de sel et de cire d'abeille (image ci-dessous).

Prototype utilisé sur un morceau de viande de porc congelé



Source : *ACS Sensors*

Lecture : le prototype est constitué d'une chambre en cire d'abeille avec deux trous, l'un contenant du jus de chou rouge et l'autre l'électrolyte (eau et sel de table). Ils sont reliés par des électrodes en étain, or et magnésium. Tous les composants sont comestibles mais nécessitent d'être miniaturisés pour devenir ingérables.

Plusieurs modes d'utilisation de ce dispositif sont envisageables. Placé sur des aliments surgelés (viande, poisson), sa couleur indiquerait au consommateur si le produit a été exposé, au cours de la chaîne d'approvisionnement, à des températures supérieures au seuil de décongélation. La durée d'exposition à une température dépassant ce seuil serait aussi révélée par la nuance de couleur atteinte. Les auteurs identifient des travaux restant à conduire, notamment pour optimiser l'ensemble du dispositif et miniaturiser le capteur. Ils envisagent également des applications futures, par exemple des emballages intelligents transcrivant l'historique des conditions de stockage enregistrées par le capteur.

Source : *ACS Sensors*

<https://doi.org/10.1021/acssensors.2c01280>

Analyse bibliographique des recherches publiées sur la télémétrie en agriculture

En octobre 2022, est parue dans la revue *Agriengineering* une analyse bibliométrique des recherches publiées, au cours des dernières décennies, sur la télémétrie en agriculture (recueil d'informations sur une machine agricole dont l'analyse vise à optimiser sa performance ou à en assurer sa maintenance). La première parution d'un article scientifique date de 1970. Relativement peu de publications lui ont succédé, et ce jusqu'en 2016 où l'arrivée à maturité d'autres technologies (capteurs, robotique, internet des objets) a relancé l'intérêt des chercheurs pour ce sujet. Cette étude retrace ainsi l'évolution des travaux sur la télémétrie agricole, en lien avec d'autres progrès technologiques (réseau 4G, *Cloud*, intelligence artificielle, etc.). La description détaillée, par les auteurs, des outils et méthodes employés pour cette analyse bibliométrique, est un autre point d'intérêt de l'article.

Source : *Agriengineering*

<https://www.mdpi.com/2624-7402/4/4/60>

Rapport 2022 sur les ventes mondiales de robots industriels

Le dernier rapport annuel sur le marché de la robotique mondiale, publié par la Fédération internationale de la robotique (IFR), fait état pour l'année 2021 d'une augmentation de 31 % des ventes de robots industriels (517 000 unités dont 39 000 cobots ou « robots collaboratifs ») et de 37 % de celles de « robots de service » à usage professionnel (121 000 unités). Les robots agricoles (classés dans la catégorie des robots de service) ont connu une croissance de 6 % de leurs ventes. Les robots de traite, nettoyeurs d'étables et dédiés à l'alimentation animale représentent la majorité de ces ventes. Les « robots de culture », quant à eux, font l'objet d'une forte activité de recherche et de développement, mais ne constituent encore qu'un marché de niche en raison de leur coût et de leur complexité technologique.

Source : IFR

https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf

Évolution des surfaces cultivées de plantes OGM en Europe et dans le monde

À partir des rapports annuels du Service international pour l'acquisition d'applications agrobiotechnologiques (Isaaa), le site Inf'OGM a reconstitué, par pays, [les séries statistiques](#) des surfaces cultivées de plantes génétiquement modifiées entre 2009 et 2019. Ce premier panorama révèle un tassement de l'augmentation de ces surfaces jusqu'en 2015, puis une stabilisation : elles représentent, en 2019, 4 % des surfaces agricoles, dont 87 % se trouvent sur le sol américain. Les auteurs ont ensuite recoupé différentes sources (USDA principalement) afin de prolonger jusqu'en 2022 ces séries pour la plupart des pays. [En Europe](#), le maïs MON810, seul OGM autorisé à la culture, est cultivé par l'Espagne et le Portugal, dont les surfaces ont baissé de 30 % entre 2021 et 2022

Source : Inf'OGM

<https://www.infogm.org/faq-qui-cultive-des-OGM-dans-le-monde>

<https://www.infogm.org/7566-europe-ogm-cultures-transgeniques-n-en-finissent-pas-de-mourir>

Intégration d'un QR code invisible dans des aliments imprimés en 3D

Plusieurs recherches et développements sont en cours pour intégrer, directement aux aliments, des systèmes lisibles numériquement par le consommateur et lui permettant d'accéder à diverses informations sur le produit : présence d'allergènes, date de péremption, qualités nutritionnelles, etc. Les solutions actuellement identifiées (puce RFID comestible, modification des formes ou de la couleur en surface pour générer un code binaire) altèrent le visuel de l'aliment ou son goût. Pour éviter ces inconvénients, des chercheurs japonais ont publié récemment une étude sur une technique d'impression 3D qui permet d'intégrer un motif spécifique, sous forme de QR code, en structurant les espaces vides à l'intérieur de l'aliment lors de sa conception. Exposé à certaines conditions d'éclairage (ex. : rétroéclairage sous infrarouge), l'aliment dévoile par effet de transparence un QR Code lisible par les applications *smartphone* dédiées.

Source : *Association for Computing Machinery*

<https://doi.org/10.1145/3526113.3545669>