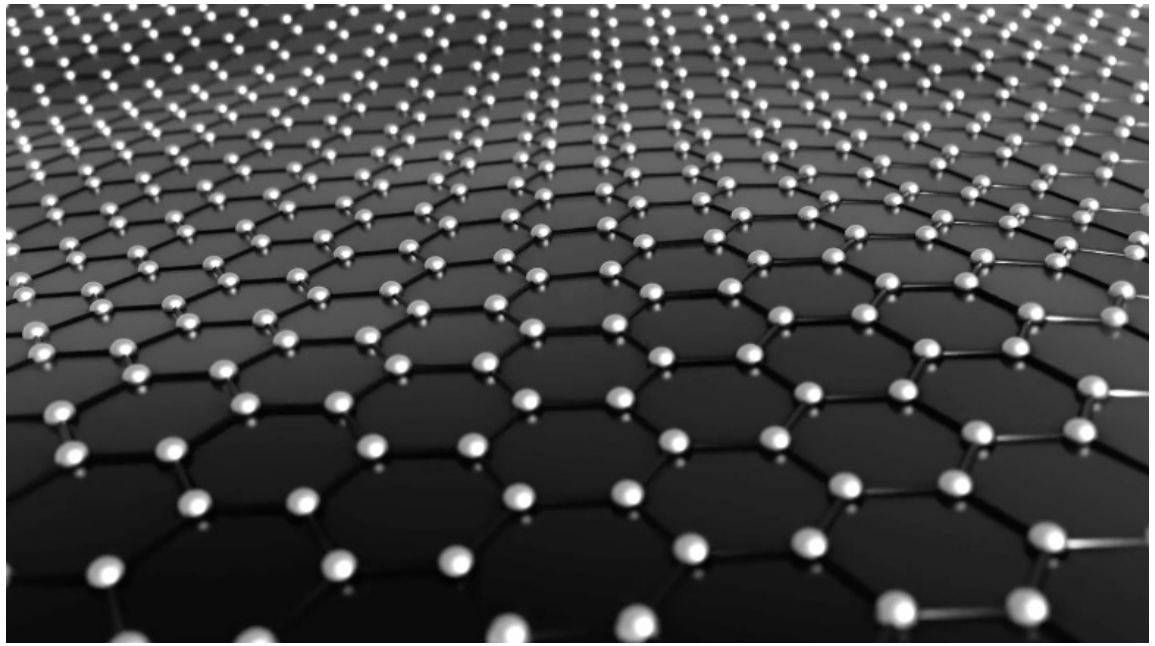
DU GRAPHENE POUR NOTRE SANTE ?

GRAPHENE
FLAGSHIP

Funded by
the European Union

Qu’est–ce que le GRAPHENE ?

Le graphène - **une seule couche d'atomes de carbone** - est peut-être la substance la plus étonnante et la plus polyvalente disponible pour l'humanité.
En termes simples, le graphène est une couche d'atomes de carbone d'une épaisseur d'un atome disposée en un **réseau hexagonal**.



Qu’est–ce que le GRAPHENE ?

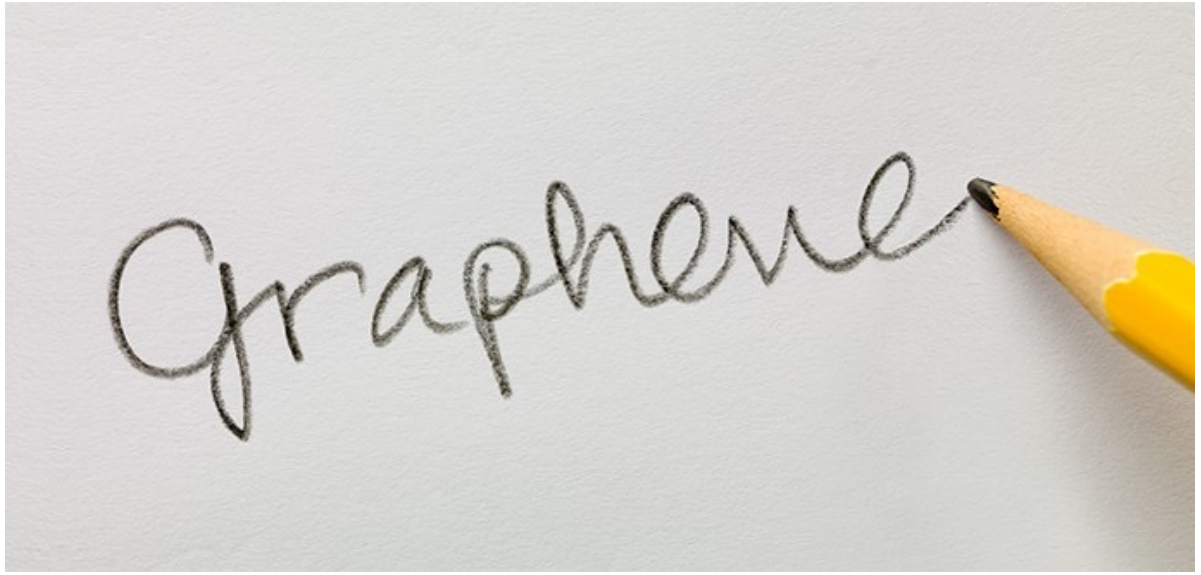
Le graphène a été isolé pour la première fois en 2004. Depuis lors, le graphène a trouvé des centaines d'applications innovantes, des capteurs et de l'électronique au stockage d'énergie et aux soins de santé. En outre, la recherche sur le graphène a permis la découverte **d'une nouvelle famille de matériaux bidimensionnels et stratifiés.**

Combinés au graphène – de la même manière que vous mélangez différents ingrédients dans un sandwich – ils ouvrent un tout nouveau monde de possibilités.

Le graphène est :

- **le matériau le plus fin au monde** (il n'a qu'un atome d'épaisseur), un million de fois plus fin qu'un cheveu humain.
- **très solide**, plus résistant que l'acier et le diamant.
- **très flexible et transparent**, on le trouvera dans les appareils portables et l'électronique pliable.
- **un excellent conducteur d'électricité et de chaleur**.
- Certains producteurs ont utilisé ces deux principes pour fabriquer des encres et des peintures conductrices pour circuits électroniques et des gels qui dissipent la chaleur.
- **léger** (ce n'est qu'une couche d'atomes de carbone !)

Comment est fabriqué le GRAPHENE ?



Lorsqu'Andre Geim et Kostya Novoselov ont isolé le graphène pour la première fois en 2004, **ils ont utilisé un morceau de ruban adhésif pour « décoller » des couches atomiquement minces du graphite.** Le graphite est l'ingrédient principal des mines de crayon - si vous avez déjà griffonné avec un crayon, il est probable que vous ayez créé votre propre graphène !

Comment est fabriqué le GRAPHENE ?

Aujourd'hui, il y a 3 processus pour pour fabriquer du graphène :

1) Exfoliation en phase liquide.

2) Dépôt chimique en phase vapeur.

Le graphène par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) est produit par un processus par lequel les atomes de carbone sont évaporés puis déposés sur une feuille de cuivre.

3) Gommage mécanique.

Le graphène cultivé sur des isolants, tels que le SiO_2

GRAPHENE FLAGSHIP

1560s
First pencil developed

1924
Graphite's layered structure identified

1947
Theoretical study into graphene's electrical properties

2004
Graphene first isolated by Geim and Novoselov

2007
Freestanding graphene nano-membranes isolated

2008
Graphene inks from liquid-phase exfoliation

2009
Transparent graphene electrodes for solar cells

2010
Geim and Novoselov awarded Nobel Prize

2012
Inkjet-printed graphene electronics

2013
Graphene Flagship launched

2020
Spearhead Project Solar Farm enables the creation of the world's first mass produced graphene-enabled solar farm

Experimental Pilot Line launched

2019
Graphene-based bioelectronic retinal implants push the boundaries of vision restoration

2018
Ultra-high capacity transmitter and receivers using graphene offer a unique solution to future 5G tele-communications

2017
First zero gravity graphene experiments in collaboration with European Space Agency (ESA)

2016
World's first graphene-enhanced aircraft successfully flown

Graphene enabled mobile phone screen, battery, and cooling system

2015
Graphene-based magnetic field sensor with ultra-high sensitivity developed

2014
Performance enhanced batteries enabled by graphene electrodes

Funded by the European Union

Partenaires phares du graphène

Le Graphene Flagship coordonne environ **170 partenaires académiques et industriels dans 22 pays** et compte plus de **90 membres associés dans son projet principal.**

PAYS PARTENAIRES :

- ALLEMAGNE
- AUTRICHE
- BELGIQUE
- BULGARIE
- DANEMARK
- ESPAGNE
- ESTONIE
- FINLANDE
- FRANCE
- GRANDE-BRETAGNE & IRLANDE DU NORD
- GRECE
- HONGRIE
- IRLANDE
- ISRAEL
- ITALIE
- NORVEGE
- PAYS-BAS
- POLOGNE
- PORTUGAL
- SUEDE
- SUISSE

Partenaires phares du graphène

FRANCE

- Airbus Helicopters SAS
- CNRS
- Commissariat à l´Energie Atomique et aux Energies Alternatives
- Fondation Europeenne de la Science
- Institut national de la santé et de la recherche médicale
- Laboratoire National de Metrologie et d'Essais
- NAWATechnologies
- Pixium Vision
- Polymem S.A
- THALES
- Universite de Strasbourg
- University of Lille
- UPMC Sorbonne Universités

SUISSE

- CONFINIS AG
- École Polytechnique Fédérale de Lausanne
- Eidgenoessische Technische Hochschule Zurich
- Eidgenossische Materialprufungs- und Forschungsanstalt
- Schaffhausen Institute of Technology AG
- TEMAS Solutions GmbH
- Université de Zürich
- Université de Geneve

BELGIQUE

- Interuniversitair Micro-Electronica Centrum
- Société Nationale de Constructions Aerospatiale SONACA SA
- Toyota Motor Europe NV
- Université Catholique de Louvain
- Université libre de Bruxelles

Les « semaines du Graphène »

Événement virtuel
20-24 septembre 2021

La semaine 2021 est la 15ème édition.

Pourquoi?

Notre mission est d'organiser des événements axés sur la sécurité, le bien-être et la diversité. En organisant la Graphene Week 2021 en ligne, nous respectons à la fois notre engagement envers la communauté du graphène et notre responsabilité de créer l'expérience la plus accueillante pour les participants du monde entier.

Les « semaines du Graphène »

Qui?

Si vous vous intéressez au graphène et aux matériaux en couches, la semaine du graphène est l'endroit où il faut être. Nos participants vont des étudiants et des chercheurs en début de carrière aux professeurs et PDG de renommée mondiale, et vous pouvez être l'un d'entre eux.

Comme il y a eu « la semaine du masque »…

PANDEMIC ACTION NETWORK

#WorldMaskWeek

7-14 août 2020

WORLD MASK WEEK

world mask week

July 12–18

2021

#WorldMaskWeek

BILL & MELINDA GATES foundation

FOCUS2030

FIND Diagnosis for all

GLOBAL CITIZEN

MERCK

THE TASK FORCE FOR GLOBAL HEALTH

THE GLOBAL GOALS For Sustainable Development

Johnson & Johnson

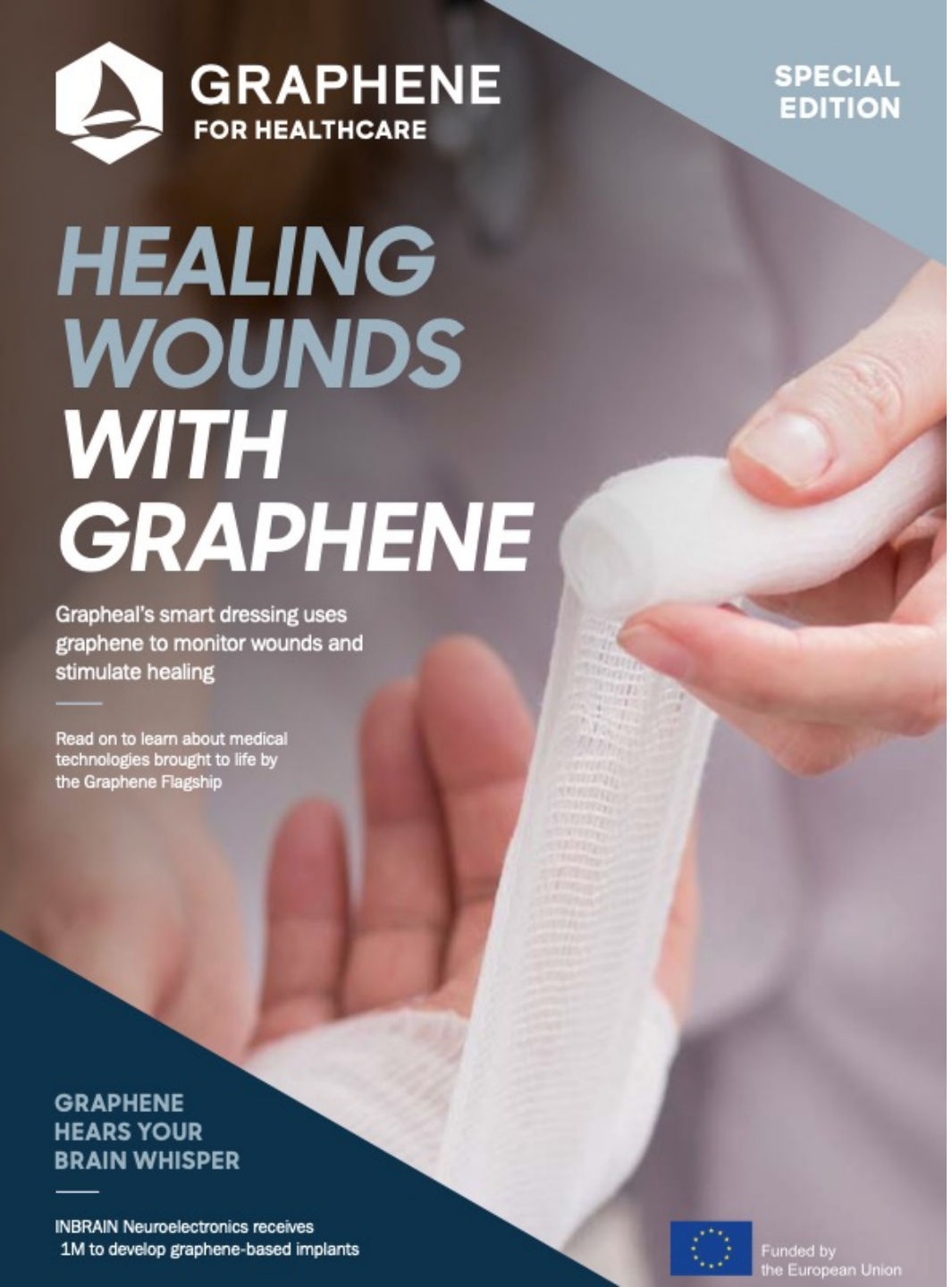
JOHNS HOPKINS Center for Communication Programs

PATH

wellcome

The ROCKEFELLER FOUNDATION

UNITED NATIONS FOUNDATION



Funded by the European Union

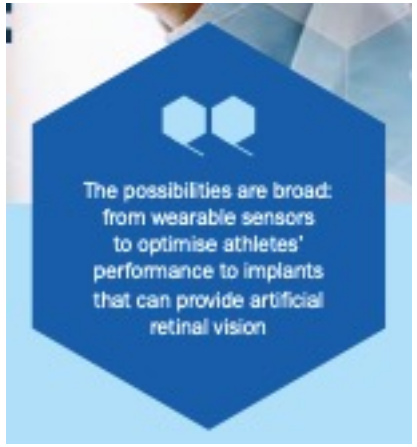
GUÉRIR LES PLAIES AVEC LE GRAPHÈNE

page 3 : **LA ROUTE VERS LA PROCHAINE GÉNÉRATION DE SANTÉ**

Le graphène et les matériaux stratifiés ouvrent la voie à de nouvelles technologies en biomédecine, et tout cela grâce aux propriétés uniques qu'ils ont à offrir. Par exemple, leur surface spécifique exceptionnellement élevée **fait du graphène** et de nombreux matériaux en couches similaires **d'excellentes plates-formes pour l'administration de médicaments.**

En plus de cela, leur conductivité élevée et leurs propriétés souvent réglable électriquement signifient **qu'ils peuvent être utilisés pour fabriquer des biocapteurs hautement sensibles et sélectifs pour des applications médicales.**

page 3 :



One example is the Graphene Flagship's CHEMSens Spear-head Project, an initiative to develop a graphene-based plaster sensor for human skin. In this device, graphene enables the quick detection and analysis of key biological constants, like the levels of sodium, potassium, lactic acid and glucose in the sweat.

The plaster measures biophysical stress and transfers the information to electronic devices, and could help athletes to fully optimise their training. The sensor features four independent

… des capteurs portables pour optimiser les performances des athlètes aux implants pouvant fournir une **vision rétinienne artificielle.**

Un exemple est le projet CHEMSens Spear-head du Graphene Flagship, **une initiative visant à développer un capteur de plâtre à base de graphène pour la peau humaine.** Dans cet appareil, le graphène permet la détection et l'analyse rapides de constantes biologiques clés, telles que les niveaux de sodium, de potassium, d'acide lactique et de glucose dans la sueur.

Le pansement mesure le stress biophysique et transfère les informations aux appareils électroniques, et pourrait aider les athlètes à optimiser pleinement leur entraînement.

Chronic or hard-to-heal wounds, those that do not heal after six weeks, place a significant economic burden on health systems around the world, costing around $30 billion annually. They lead to half-a-million amputations per year globally. In the United States alone, more than 6.5 million people suffer from such wounds.

The costs and prevalence of chronic wounds are both increasing due to the growing number of older people in the population, among whom pressure ulcers and leg ulcers are more common – in addition to the increase in patients with diabetes, who are more prone to foot ulcers.

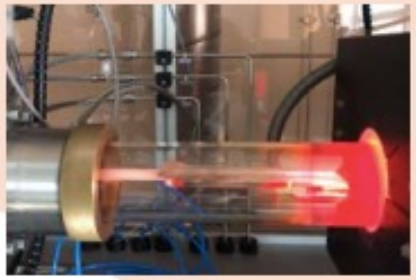
Faced with this problem and considering that the proper assessment of these wounds is not within the reach of caregivers with the relevant expertise, Graphene Flagship scientists in France have developed a new graphene patch that allows them to be monitored remotely. Furthermore, pre-clinical studies have even shown that they promote healing.

"The conductivity of the graphene electrode varies according to the physicochemical changes in the wound, so we produced films of this material on a polymer, a plastic, and integrated them into a bandage to record biological parameters in direct contact with the wound bed," explains Vincent Bouchiat, CEO of Graphene Flagship Associate Member Graphéal, a spin-off from France's National Centre for Scientific Research (CNRS). Grapheal is based at Néel Institute, in Grenoble, where this technology was developed.

Graphene forms an ultrathin and robust conductive layer. Grapheal's patented method of integration produces soft and

> The conductivity of the graphene electrode varies according to the physicochemical changes in the wound, so we produced films of this material on a polymer, a plastic, and integrated them into a bandage to record biological parameters in direct

Vincent Bouchiat
CEO of Grapheal



page 4 : **GUÉRIR LES PLAIES AVEC LE GRAPHÈNE**

Les plaies chroniques ou difficiles à cicatriser, celles qui ne guérissent pas au bout de six semaines, **coûtant environ 30 milliards de dollars par an**.

Face à ce problème, les scientifiques de Graphene Flagship en France ont développé **un nouveau patch de graphène qui permet de les surveiller à distance**.

… nous avons donc réalisé des films de ce matériau sur un polymère, un plastique, **et les avons intégrés dans un pansement** pour enregistrer les paramètres biologiques en contact direct avec le lit de la plaie. explique Vincent Bouchiat, PDG de **Grapheal**, une spin-off du Centre national de la recherche scientifique (**CNRS**).

Grapheal est basé à l'Institut Néel (laboratoire de recherche en physique de la matière condensée) **à Grenoble, où cette technologie a été développée.**

Graphéal

Biocapteurs intégrés pour le diagnostic sur site et la surveillance à distance des patients

Grapheal développe des biocapteurs portables et jetables permettant une surveillance continue et un diagnostic sur site. Il offre aux soignants un outil d'évaluation amélioré et individualisé pour la médecine de précision.

TestNPass

BIOSENSEURS NUMÉRIQUES EN GRAPHÈNE POUR LES TESTS SUR LE TERRAIN COVID-19

page 5 :

Le personnel médical et infirmier peut surveiller à distance la cicatrisation des plaies avec ce système, recevant des alertes pour toute infection pouvant survenir…

UN PANSEMENT INTELLIGENT ET CONNECTÉ

Le pansement au graphène est **ultra-flexible**, s'adapte facilement à n'importe quelle partie du corps et **possède de minuscules composants électroniques sans fil** (avec des électrodes légères et entièrement flexibles) **qui transfèrent les données vers une application mobile.**

Ensuite, à l'aide d'un logiciel de télémédecine et de technologies médicales dans le **cloud**, **les informations peuvent parvenir à l'hôpital pour être surveillées et évaluées par un spécialiste.**

page 5 :

STIMULATING HEALING

The incorporation of graphene into skin patches of these types not only does not interfere with wound healing, but in fact can actually promote it, actively stimulating the process – as demonstrated by pre-clinical studies that have already been conducted.

The first human trials are about to begin. The medical device has been classified as class II-b, the same class as insulin pens, and requires the European mark of conformity. Its launch is planned for 2023.

STIMULANT LA GUÉRISON

L'incorporation de graphène dans des patchs cutanés de ces types non seulement n'interfère pas avec la cicatrisation des plaies, mais peut en fait la favoriser, en stimulant activement le processus.

Les premiers essais humains sont sur le point de commencer. Le dispositif médical a été classé dans la classe II-b, la même classe que les stylos à insuline, et nécessite la marque européenne de conformité.

Son lancement est prévu pour 2023.

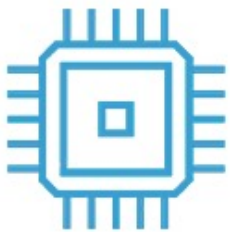
page 6 : ÉLECTRODES DE GRAPHÈNE SUR LE CERVEAU

LA SOCIÉTÉ SPIN-OFF **INBRAIN** REÇOIT 1 M€ POUR DÉVELOPPER DES **IMPLANTS** DE DIAGNOSTIC À BASE DE GRAPHÈNE.

INBRAIN Neuroelectronics, désormais membre associé de Graphene Flagship, a été créé en 2019 avec pour mission de **développer des implants cérébraux basés sur la technologie du graphène** pour une application chez les patients atteints **d'épilepsie, de maladie de Parkinson** et d'autres maladies neuronales.

Ces dispositifs intelligents, construits autour d'une électrode de graphène innovante, décoderont avec une haute fidélité les signaux neuronaux du cerveau et produiront une réponse thérapeutique adaptée à l'état clinique du patient spécifique.

INBRAIN
NEUROELECTRONICS



TECHNOLOGIE INBRAIN

VERS DE MEILLEURS ET NOUVEAUX EFFETS THÉRAPEUTIQUES

GRAPHÈNE ENBRAIN

VERS AUCUN EFFET SECONDAIRE

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA) INBRAIN

VERS UNE THÉRAPIE PLUS INTELLIGENTE

page 7 :

« **Dans le cadre du Graphene Flagship financé par l'UE**, nous avons pu développer cette nouvelle technologie à base de graphène qui permettra de **mesurer et de stimuler l'activité neuronale dans le cerveau avec une résolution bien supérieure à celle des technologies commerciales actuelles** », explique Garrido (e fondateur d'INBRAIN).

La PDG d'INBRAIN, Carolina Aguilar, explique : « **Les thérapies électroniques mini-invasives représentent une alternative révolutionnaire** avec un coût potentiel moindre pour les systèmes de santé.

HUMAN OF THE FUTURE

Graphene-enabled technology expands the realm of possibility within the biomedical and

By: Melanie Lawson

Wearable health monitoring

ICFO FITNESS MONITORING SKIN PATCH
Graphene-enabled wearable health trackers conform to any surface and deliver accurate measurements of vital signs including heart rate and temperature.

BLOOD SUGAR MONITORING PATCH
A noninvasive graphene-based patch can detect and control glucose levels in sweat by delivering the necessary dose of medication through the skin.

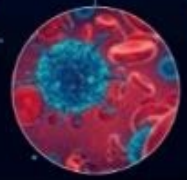
UV SENSOR SKIN PATCH
Graphene delivers a versatile light detection platform enabling the integration of sensors that monitor our exposure to UV light in real-time.

BRAIN-MACHINE INTERFACES
Flexible graphene can be used in neural implants which record and stimulate signals on the surface of the brain improving the understanding, treatment, and detection of neural diseases.

VISION RESTORATION
Next-generational retinal prostheses use graphene-based electrodes to provide artificial vision to patients blinded by retinal degeneration.

TARGETED DRUG DELIVERY
Drug delivery sytems based on graphene and graphene oxide are ultra-efficient, taking advantage of graphene's extremely large surface area.

CUTTING-EDGE PROSTHETICS
Graphene-enhanced pressure-sensitive electronic skin generates and stores electricity for prosthetic devices, improving motor function.



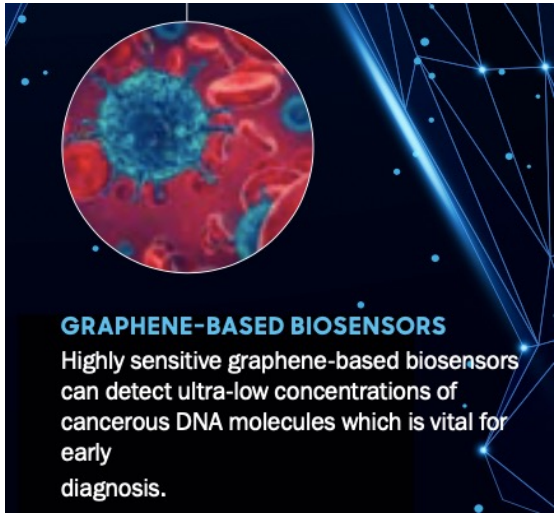
GRAPHENE-BASED BIOSENSORS
Highly sensitive graphene-based biosensors can detect ultra-low concentrations of

page 8 & 9 : **L'HUMAIN DU FUTUR**

SURVEILLANCE DE SANTÉ PORTABLE

PATCH DE SURVEILLANCE :

- de la peau (signes vitaux)
- du sucre dans le sang
- capteur d'UV
- des signaux biochimiques en temps réel



BIOSENSEURS

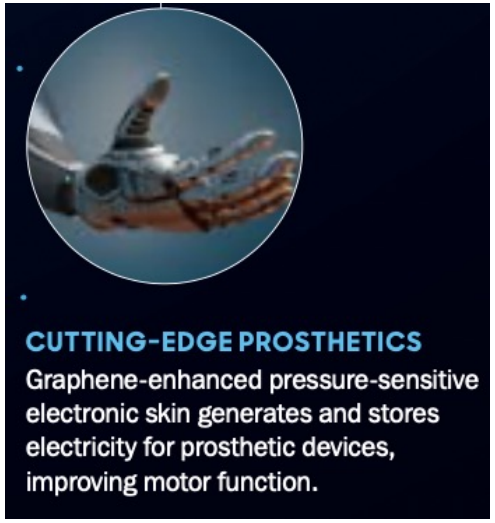
biocapteurs hautement sensibles à base de graphène peuvent détecter des concentrations ultra-faibles de molécules d'ADN cancéreuses

LIVRAISON DE MÉDICAMENTS CIBLÉE

Les systèmes d'administration de médicaments à base de graphène et d'oxyde de graphène sont ultra-efficaces, tirant parti de la surface extrêmement grande du graphène.

PROTHÈSES

La peau électronique sensible à la pression améliorée au graphène génère et stocke de l'électricité pour les prothèses, améliorant ainsi la fonction motrice



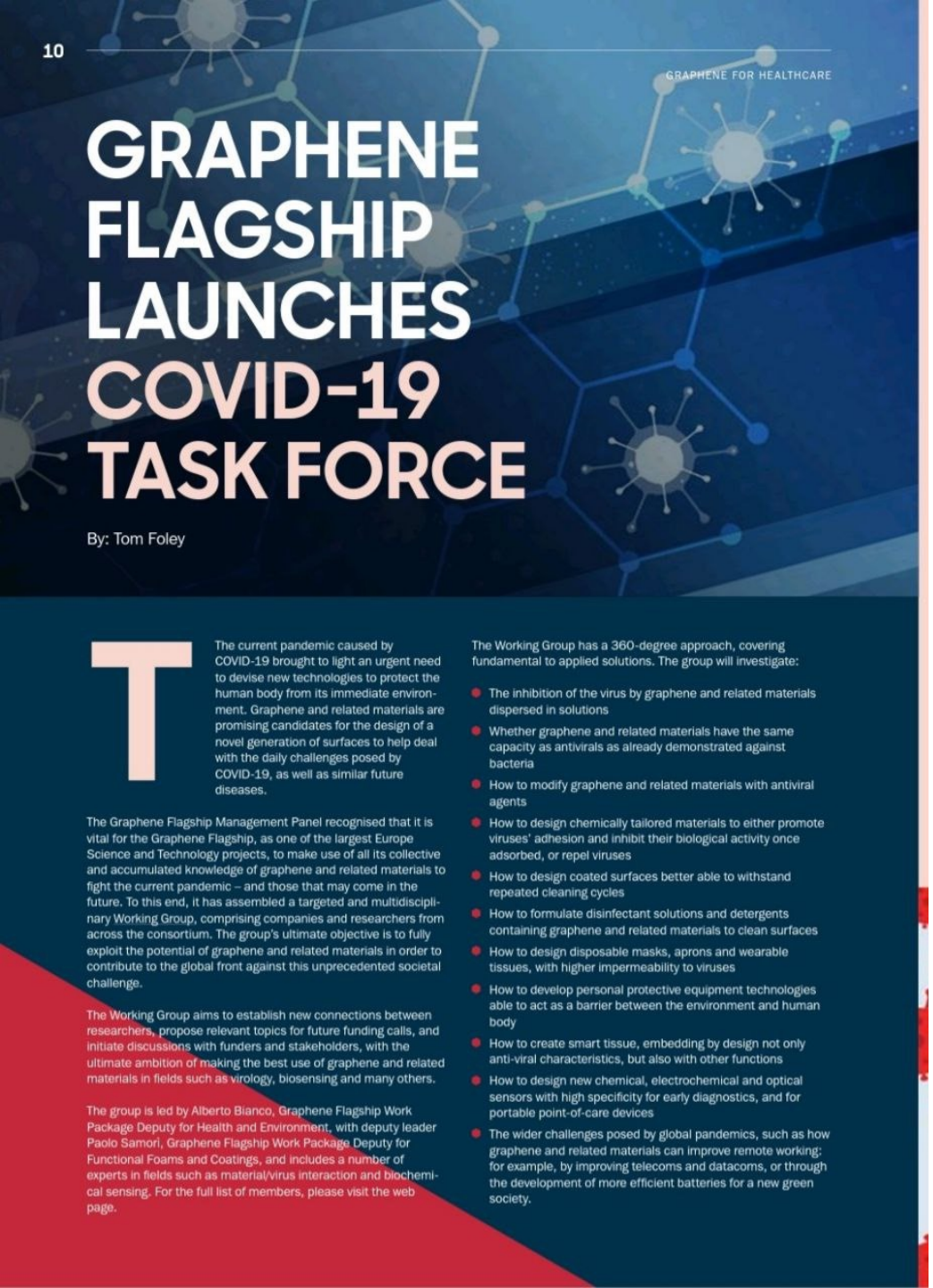
page 8 & 9 : **L'HUMAIN DU FUTUR**

INTERFACES CERVEAU-MACHINE

Le graphène flexible peut être utilisé dans les **implants neuronaux** qui enregistrent et stimulent les signaux à la surface du cerveau pour améliorer la compréhension, le traitement et la détection des maladies neuronales.

PROTHÈSES RÉTINIENNES

de nouvelle génération utilisent des électrodes à base de graphène pour fournir une **vision artificielle** aux patients aveuglés par la dégénérescence rétinienne



10

GRAPHENE FOR HEALTHCARE

GRAPHENE FLAGSHIP LAUNCHES COVID-19 TASK FORCE

By: Tom Foley

The current pandemic caused by COVID-19 brought to light an urgent need to devise new technologies to protect the human body from its immediate environment. Graphene and related materials are promising candidates for the design of a novel generation of surfaces to help deal with the daily challenges posed by COVID-19, as well as similar future diseases.

The Graphene Flagship Management Panel recognised that it is vital for the Graphene Flagship, as one of the largest Europe Science and Technology projects, to make use of all its collective and accumulated knowledge of graphene and related materials to fight the current pandemic – and those that may come in the future. To this end, it has assembled a targeted and multidisciplinary Working Group, comprising companies and researchers from across the consortium. The group's ultimate objective is to fully exploit the potential of graphene and related materials in order to contribute to the global front against this unprecedented societal challenge.

The Working Group aims to establish new connections between researchers, propose relevant topics for future funding calls, and initiate discussions with funders and stakeholders, with the ultimate ambition of making the best use of graphene and related materials in fields such as virology, biosensing and many others.

The group is led by Alberto Bianco, Graphene Flagship Work Package Deputy for Health and Environment, with deputy leader Paolo Samorì, Graphene Flagship Work Package Deputy for Functional Foams and Coatings, and includes a number of experts in fields such as material/virus interaction and biochemical sensing. For the full list of members, please visit the web page.

The Working Group has a 360-degree approach, covering fundamental to applied solutions. The group will investigate:

- The inhibition of the virus by graphene and related materials dispersed in solutions
- Whether graphene and related materials have the same capacity as antivirals as already demonstrated against bacteria
- How to modify graphene and related materials with antiviral agents
- How to design chemically tailored materials to either promote viruses' adhesion and inhibit their biological activity once adsorbed, or repel viruses
- How to design coated surfaces better able to withstand repeated cleaning cycles
- How to formulate disinfectant solutions and detergents containing graphene and related materials to clean surfaces
- How to design disposable masks, aprons and wearable tissues, with higher impermeability to viruses
- How to develop personal protective equipment technologies able to act as a barrier between the environment and human body
- How to create smart tissue, embedding by design not only anti-viral characteristics, but also with other functions
- How to design new chemical, electrochemical and optical sensors with high specificity for early diagnostics, and for portable point-of-care devices
- The wider challenges posed by global pandemics, such as how graphene and related materials can improve remote working: for example, by improving telecoms and datacoms, or through the development of more efficient batteries for a new green society.

page 10 : **LE GRAPHÈNE FLAGSHIP LANCE LA TASK FORCE COVID-19**

La pandémie actuelle de COVID-19 a mis en lumière un besoin urgent de concevoir de nouvelles technologies pour protéger le corps humain de son environnement immédiat.

Le graphène et les matériaux connexes sont des candidats prometteurs pour la conception d'une nouvelle génération de surfaces pour aider à faire face aux défis quotidiens posés par COVID-19, ainsi qu'à des maladies futures similaires.

The Working Group has a 360-degree approach, covering fundamental to applied solutions. The group will investigate:

- The inhibition of the virus by graphene and related materials dispersed in solutions
- Whether graphene and related materials have the same capacity as antivirals as already demonstrated against bacteria
- How to modify graphene and related materials with antiviral agents
- How to design chemically tailored materials to either promote viruses' adhesion and inhibit their biological activity once adsorbed, or repel viruses
- How to design coated surfaces better able to withstand repeated cleaning cycles
- How to formulate disinfectant solutions and detergents containing graphene and related materials to clean surfaces
- How to design disposable masks, aprons and wearable tissues, with higher impermeability to viruses
- How to develop personal protective equipment technologies able to act as a barrier between the environment and human body
- How to create smart tissue, embedding by design not only anti-viral characteristics, but also with other functions
- How to design new chemical, electrochemical and optical sensors with high specificity for early diagnostics, and for portable point-of-care devices
- The wider challenges posed by global pandemics, such as how graphene and related materials can improve remote working: for example, by improving telecoms and datacoms, or through the development of more efficient batteries for a new green society.

La Groupe de Travail enquêtera sur :

- **Comment concevoir des matériaux chimiquement adaptés** pour favoriser l'adhésion des virus et inhiber leur activité biologique une fois absorbés, ou repousser les virus
- **Comment concevoir des surfaces recouvertes** mieux à même de résister à des cycles de nettoyage répétés
- **Comment formuler des solutions désinfectantes et des détergents contenant du graphène** et des matériaux connexes pour nettoyer les surfaces
- **Comment concevoir des masques jetables, des tabliers et des mouchoirs** en papier, avec une plus grande imperméabilité aux virus
- **Comment développer des technologies d'équipement de protection individuelle** capables d'agir comme une barrière entre l'environnement et le corps humain
- **Comment créer des tissus intelligents**, intégrant par conception non seulement des caractéristiques antivirales, mais aussi d'autres fonctions
- **Comment concevoir de nouveaux capteurs chimiques, électrochimiques et optiques** à haute spécificité pour les diagnostics précoces et pour les dispositifs portables au point de service

REAL-TIME TISSUE IMAGING WITH GRAPHENE

SPIN-OFF COMPANY CAMBRIDGE RAMAN IMAGING LTD TO DEVELOP NEW MICROSCOPE FOR CANCER TREATMENT

By: Graphene Flagship

Graphene Flagship spin-off Cambridge Raman Imaging Ltd (CRIL) will develop an innovative graphene-enabled scanning Raman microscope for cancer diagnostics, therapy

Graphene Flagship spin-off Cambridge Raman Imaging Ltd has received an investment of 275,000 to support the development of graphene-based ultrafast lasers. These devices will be used in a new medical microscope to diagnose and track tumours, among other applications.

The graphene-enabled microscope will generate real-time digital images of tissue samples using Raman spectroscopy to differentiate between healthy and diseased tissue, and show the extent of tumours, their response to drug treatments, and allow surgeons to determine whether a cancer has been completely removed. Graphene and layered materials enable two fibre-based pico-second lasers to be synchronised in time. Furthermore, this architecture is much lower in cost than conventional solid-state systems.

Cambridge Raman Imaging was recognised as an official spin-off from Graphene Flagship partner Politecnico di Milano, Italy, and provided office space and state-of-the-art laboratories. This will also allow Cambridge Raman Imaging to be supported by PoliHub, one of the best university start-up incubators in Europe.

Giulio Cerullo, from Graphene Flagship Partner Politecnico di Milano and co-founder of Cambridge Raman Imaging, says: "It is exciting to see how basic research into the optoelectronic properties of graphene can be translated into a commercial product with potential impact on healthcare, enabling improvements to the accuracy of diagnostics and therapy for a variety of diseases."

Marco Romagnoli, Leader of the Graphene Flagship Electronics and Photonics Integration Division, comments: "It is noteworthy how graphene can implement the accurate synchronization of two independent ultrashort pulse laser sources, operating at two different wavelengths. And all of this happens without any electronic controls."

page 12 & 13 : **IMAGERIE DES TISSUS EN TEMPS RÉEL AVEC LE GRAPHÈNE**

Cambridge Raman Imaging Ltd (CRIL), spin-off phare du graphène, développera un **microscope Raman à balayage innovant à base de graphène** pour le diagnostic et la thérapie du cancer

Des lasers ultra-rapides à base de graphène seront utilisés dans un nouveau microscope Raman pour diagnostiquer les tumeurs et plus encore…

page 14 : **SANTÉ & SÉCURITÉ DU GRAPHÈNE & MATÉRIAUX STRATIFIES**

Le facteur le plus crucial pour évaluer la toxicologie d'un matériau est de le caractériser complètement dans un souci de sécurité.

« **On ne peut pas tirer de conclusions de travaux antérieurs** sur d'autres matériaux à base de carbone, tels que les nanotubes de carbone, **et extrapoler cela au graphène**. **Les matériaux à base de graphène sont moins cytotoxiques que les nanotubes de carbone** et **l'oxyde de graphène est facilement dégradable par les cellules du système immunitaire** », commente Fadeel.

Financé par la Commission européenne, le Graphene Flagship vise à assurer **un rôle majeur pour l'Europe dans la révolution technologique en cours**, en aidant à faire sortir l'innovation du graphène du laboratoire et dans des applications commerciales.

Rassemblant diverses compétences, le Graphene Flagship facilite la coopération entre ses partenaires, **accélérant le calendrier d'acceptation des technologies du graphène par l'industrie.**

Avec des budgets d'un milliard d'euros, **le Graphene Flagship**, **le Human Brain Project et le Quantum Flagship** servent d'accélérateurs technologiques, aidant l'Europe à rivaliser avec d'autres marchés mondiaux de la recherche et de l'innovation.

SOuRIEz,

vous êtes GRAPHÉNISÉS !