



**Revue de Presse  
Nano&Physique**

# **Revue de Presse Nano&Physique - Janvier-Avril 2020**

Retrouvez ici une sélection d'articles issus de notre veille quotidienne aux Etats-Unis pour la période du mois de Janvier à Avril 2020.

## **Politique scientifique au niveau fédéral**

### **Avancer la fusion nucléaire au travers des technologies quantiques**

[DoE](#) 20 avril 2020

Le *Department of Energy* (DoE) a annoncé la mise à disposition de 12 millions de dollars pour avancer la recherche en information quantique, appliquées aux sciences des plasma et de la fusion nucléaire. Ce financement s'adresse aux universités, laboratoires et entreprises et se matérialise sous la forme de subventions pouvant aller de 50 000 à un million de dollars, sur une période de trois ans.

### **Le DoE soutient l'émergence des techniques de manufacture innovantes**

[DoE](#) 10 février 2020

Le *Department of Energy* a alloué un fonds de 187 millions de dollars dédié à soutenir 55 projets de développement sur la manufacture de pointe, à l'instar des matériaux innovants, des méthodes flexibles pour l'industrie ou des procédés peu énergivores, dans 25 états différents. L'objectif de l'agence fédérale est de renforcer les capacités américaines en termes de manufacture de pointe, d'assurer ainsi un leadership sur ces technologies.

## **L'approvisionnement en radioisotopes fragilisé par la fin des exportations d'uranium**

[Physics Today](#) 24 janvier 2020

Le *Department of Energy* est enjoint par différentes ONG de cesser l'exportation d'uranium à destination de l'Europe pour la production de radioisotopes médicaux. L'institut des Radioéléments, situé en Belgique, produit du molybdène 99 et de l'iode 131 (utilisée pour le traitement du cancer de la thyroïde) à partir d'uranium 235 qui leur est fourni depuis les Etats-Unis. Cet élément sert également à la production d'armes nucléaires, aussi des associations comme le *Nuclear Threat Initiative* ou le *Nuclear Proliferation Prevention Project* font pression sur l'agence gouvernementale afin d'en arrêter l'exportation. Par ailleurs, une loi fédérale datant de 2013 stipulait l'arrêt de ces exportations en 2020 « si le DoE était en mesure de supporter la demande nationale en radioéléments ». Avant tout envisagée pour limiter le détournement et la conception d'armes à fins terroristes, cette entreprise risquerait d'impacter sévèrement la disponibilité de certains traitements médicaux sur le sol américain.

## **Physique**

### **La collision de deux trous noirs enregistrée par le LIGO et le Virgo**

[LIGO](#) 17 avril 2020

La collision de deux trous noirs super massifs (respectivement huit et trente fois plus massifs que notre soleil) a été mesurée par les deux détecteurs américains LIGO (*LASER Interferometer Gravitational-Wave Observatory*), leur équivalent européen Virgo et l'institut Max Planck à Hanovre. La détection, enregistrée le 12 avril 2020,

fait état de d'une collision située entre 1,9 et 2,9 milliards d'années lumières de la planète Terre. Cette observation, faisant suite à la détection d'ondes gravitationnelles en 2017 et la première image d'un trou noir en 2019, vient confirmer la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein.

## **Vers la miniaturisation des accélérateurs de particules**

[Physical Review Letters](#) 31 mars 2020

Des scientifiques de l'université de Rochester ont proposé une méthode pour concevoir un accélérateur de particule de faible dimension basée sur la technologie des LASERS. Leur idée première est d'accélérer des électrons et atteindre de hautes énergies sur une distance très courte. Actuellement en construction, ce LASER - baptisé EP-OPAL - et son assemblage sont capables de pulser très énergiquement un électron en chauffant le plasma qui le porte et de l'accélérer à des vitesses proches de celle de la lumière.

## **La dualité onde-corpuscule mise à l'honneur par des métasurfaces**

[Nature Physics](#) 30 mars 2020

Les métasurfaces sont des matériaux nanométriques dont les propriétés surfaciques permettent de contrôler précisément les propriétés de la lumière (comme la diffraction des photons par exemple). L'université de Harvard a créé une métasurface capable à la fois de moduler les propriétés ondulatoires de la lumière et ses propriétés quantiques. En exploitant les interactions de Rydberg entre les atomes de la surface, la lumière est capable de co-exister avec les différents états quantiques simultanément, et se retrouve à la fois diffractée et transmise.

## **Détection d'une nouvelle quasi-particule**

[Nature](#) 25 mars 2020

Une équipe de l'université de l'Illinois a mis à jour l'existence d'une quasi-particule longtemps théorisée, mais encore jamais observée, au sein d'un matériau supraconducteur. En étudiant la surface du ditéluride d'uranium ( $UTe_2$ ) au microscope à effet tunnel, l'équipe de recherche a décelé la présence de quasi-

particules de Majorana. Son apparition se produit en conséquence du phénomène d'appariement électronique ayant lieu au sein de ce type de matériaux supraconducteurs.

## **Cartographier la surface d'un feuillet atomique**

[Nature Materials](#) 9 mars 2020

Une équipe de UCLA a produit une cartographie 3D très précise d'un matériaux bidimensionnel La technique employée est celle de la tomographie électronique à balayage, reposant largement sur les bases du microscopie électronique à balayage, et permettant d'atteindre une résolution de l'ordre du picomètre. De la sorte, des mesures sous différents angles permettent d'établir une topographie du matériau et d'en relever les vallonnements et les déformation, ainsi que la variation des distances inter-atomiques lors de l'ajout d'autres éléments. Les matériaux bidimensionnels ouvrent tout un pan de la physique, consacrée par exemple aux semi-conducteurs, aux applications quantiques ou à filtration chimique.

## **Un nouvel état de la matière pour des applications magnétiques**

[Physical Review Letters](#) 27 février 2020

Des physiciens de l'Université d'Arkansas ont mis en évidence l'existence d'un état de la matière assez méconnu : les liquides à spins quantiques. Cet état se caractérise par son comportement magnétique assez peu commun car ses spins électroniques sont orientés de manière désordonnés, contrairement à un matériau ferromagnétique, par exemple. Peu de matériaux se prêtaient jusqu'ici à cette qualification, mais en passant en revue les composés possédant un nombre quantique de spin élevé, les chercheurs sont parvenus à proposer un échantillon de matières existant sous cet état.

## **Annihiler toute résistance électrique et thermique**

[Physical review B](#) 18 février 2020

A la manière du phénomène de supraconductivité, des physiciens de l'université de Chicago étudient la possibilité de concevoir un matériau parfaitement conducteur -

portant donc à zéro les phénomènes de pertes thermiques et électriques. Le phénomène repose sur la coexistence simultanée d'états supra-conducteurs et d'excitons (une quasi-particule assimilable à un électron et au trou qu'il laisse en se déplaçant). Les chercheurs démontrent que les deux états peuvent être liés par intrication quantique, selon certaines configurations mentionnées dans leur étude. Si le cheminement est théorique, la formulation d'un tel matériau permettrait de transporter de l'énergie sans aucune perte, et sur de très longues distances.

## **Optimiser les résultats de diffraction des neutrons**

[Nature Communications](#) 14 février 2020

Une équipe du laboratoire national d'Oak Ridge utilise l'intelligence artificielle pour interpréter les résultats de diffraction de neutrons en analyse structurale. L'interaction du spin d'un neutron avec la matière permet de remonter à la structure magnétique de certains matériaux complexes, et dans le cas de l'étude, de matériaux quantiques aux propriétés vitreuses comme le  $\text{Dy}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ . Les chercheurs utilisent un *Artificial Neural Network* (ANN) de type *autoencoder* afin de traiter les données de diffraction. Les calculs sont assurés par le Cray XK7 Titan, mais l'équipe de recherche n'exclue pas de passer par la puissance de Summit - supercalculateur le plus puissant au monde.

## **Une imagerie par électrons libres non-destructrice**

[Nature Communications](#) 9 janvier 2020

La technique d'imagerie par électrons libres (*X-ray free-electron LASER*) offre une très forte résolution mais pose le problème - de part l'énergie transmise - d'endommager l'échantillon analysé. Laboratoire national d'Argonne s'est penché sur le sujet en étudiant les phénomènes en jeux lors de l'interaction du rayon avec la matière, en particulier les effets de résonance. Une des clefs de cette étude est de collecter les informations assez rapidement (de l'ordre de la femtoseconde) de manière à ne pas dégrader la matière et récolter des données d'imagerie. Le laboratoire a ainsi comparé des relevés physiques à une simulation informatique de plus de quarante deux millions de particules dans le but d'optimiser le paramétrage du LASER et de limiter les dégâts de surface lors de la mesure.

# Nanosciences

## **Des nanotubes comme sonde physiologique sur des plantes**

[Nature Plants](#) 15 avril 2020

Des ingénieurs du MIT ont intégré des nanotubes de carbones sensibles la présence de peroxyde d'hydrogène à l'intérieur de feuilles de plantes. En suivant le taux de peroxyde par fluorescence infrarouge, l'équipe parvient à relever les signes de stress et d'endommagement au sein de la plante, mettant à jour diverses mécanismes de physiologie végétale méconnus jusqu'alors.

## **Nanoingénierie de pointe avec le confinement hétéroepitaxique**

[Nature Materials](#) 10 mars 2020

Des chercheurs de l'université d'état de Pennsylvanie ont publié leurs travaux portant sur la synthèse de matériaux bidimensionnels par confinement hétéroepitaxique. Cette méthode consiste à faire croître un film monoatomique entre deux couches de matériaux. Ainsi, l'équipe décrit la formation de cristaux de gallium, indium et étain sur des feuillets de graphène et de Silicium. L'avantage de cette méthode est d'empêcher la monocouche de s'oxyder lors de sa formation. Ce type de matériaux bidimensionnels possède des propriétés que n'ont pas les structures en trois dimensions, et ouvrent la voie à des applications d'optique non-linéaire, de catalyse ou de détection biomoléculaire.

## **Des structures nanométriques qui s'autoassemblent**

[PNAS](#) 4 mars 2020

La méthode traditionnelle employée en nano-assemblage relève bien souvent d'une approche *bottom-up*, consistant à construire une architecture couche par couche. Une équipe de Caltech (en partenariat avec l'ETH de Zurich) est parvenue à auto-assembler en grande quantité des nanoobjets - appelés matériaux nanolabyrinthiques - en déposant un film de matière céramique sur un bloc polymère préexistant. En retirant le bloc par dissolution dans un solvant, il subsiste une nanocage en céramique, élastique, robuste et très légère.

## **Du graphène isolant, magnétique et conducteur**

[Nature](#) 4 mars 2020

Des chercheurs de l'université de Berkley travaillent sur des systèmes à base de feuillets de graphène et sont capables de modifier sélectivement le comportement de cette matière, la rendant tantôt isolante, supraconductrice, ou ferromagnétique. Emprisonné entre du nitrure de bore pour former une super maille de Moiré, le dispositif créé peut être commuté à souhait entre ses différentes configurations, en changeant la tension appliquée. Sous sa configuration dite d'isolant « de Chern », ce millefeuille de graphène offre un potentiel intéressant dans la manipulation de l'information quantique.

## **Du carburant via une photosynthèse artificielle**

[Advanced Functional Materials](#) 6 février 2020

Une équipe du laboratoire national Lawrence Berkeley a conçu une membrane permettant de réaliser de la photosynthèse artificiellement. Il s'agit de nanotubes composés de différentes couches de matériaux (titanium, silicium, cobalt) pouvant laisser passer protons et électrons, mais filtrant la migration de l'oxygène. Cette architecture cloisonne donc en son centre l'oxydation de l'eau par la lumière, et opère sur sa périphérie la réduction du dioxyde de carbone. Les produits de réaction pourraient servir de carburant, comme le méthanol par exemple, ou de molécules organiques plus petites.

# **Matériaux**

## **Une mousse composite hautement ignifugée**

[International Journal of Thermal Sciences](#) 18 mars 2020

Un groupe de chercheur du *North Carolina State University*, et du *Southwest Research Institute* de San Antonio ont mis au point un matériau composite doté d'une grande résistance aux feu. Idéalement conçu pour passer le *simulated pool fire testing*, ce matériau composite est une mousse métallique renfermant des billes d'acier et des espaces aérés - permettant de dissiper la chaleur. Les résultats

obtenus ont conduit à l'élaboration d'un modèle numérique visant à déterminer les paramètres importants pour formuler de nouvelles mousses. Les applications, avant tout industrielles - comme le transport de produits dangereux, sont aussi architecturales ou militaires.

### **Suivi des fractures mécaniques par un pigment lumineux**

[Research](#) 18 février 2020

Le National Institute of Standards and Technology (NIST) a mis au point un outil d'analyse dont l'algorithme est capable de retracer l'état d'endommagement des composites thermodurcissables à fibres de verre - couramment utilisées dans l'aéronautique ou le secteur des énergies. Rendue possible par l'ajout de pigments « mécanophores » pour lesquels l'application d'une contrainte mécanique émet de la lumière fluorescente, cette technologie de microscopie repère la fracture des fibres dans la matrice et en déduit la répartition des dégâts et leur intensité.

### **Filtrage de sons par un matériaux inspiré du vivant**

[Research](#) 5 février 2020

Les métamatériaux acoustiques servent à moduler, réduire ou accroître les ondes sonores. Cependant, les propriétés d'un tel matériau - et les transformations sonores qu'il engendre - sont invariantes. Des chercheurs de l'université de Californie du Sud sont parvenus à élaborer un matériau acoustique adaptable, capables de bloquer ou laisser passer certaines fréquences à la manière d'un système de mixage sonore. Cette matière s'inspire des dendrites présentes sur la peau des requins, et possède des nanoparticules magnétosensibles pouvant orienter des bâtonnets à souhait sous l'influence d'un stimuli électromagnétique. Jusqu'ici, l'équipe s'est concentrée sur l'acoustique en milieu aérien. Elle envisage à l'avenir de tester le dispositif sous l'eau.

### **Une IA retrace l'état d'endommagement de la matière**

[Nature](#) 6 janvier 2020

Des chercheurs du laboratoire national d'Argonne ont mis au point un outil de



simulation capable de retracer l'évolution tridimensionnelle d'une structure cristalline à l'échelle du nanomètre. L'algorithme - reposant sur du *machine learning* - calcule la taille et la distribution statistique des grains, ainsi que la germination et la croissance des différentes phases du cristal. Il est alors possible d'estimer l'apparition des défauts comme la propagation d'une entaille, ou le mouvement de dislocations. Outre les solides cristallins, cet algorithme s'applique également aux polymères amorphes et aux amas moléculaires en suspension liquide, ce qui balaye une vaste gamme d'applications.

## Technologies quantiques

### La calibration des ordinateurs quantiques accélérée par *machine learning*

[Physical Review Applied](#) 31 mars 2020

Contrairement à son homologue classique, l'ordinateur quantique repose sur l'utilisation de qubits, liés au phénomène de superposition des états. Ces qubits peuvent être générés au sein du processeur par des boîtes quantiques - *quantum dots* - à condition d'en contrôler les paramètres physiques (comme la tension électrique). Le *National Institute of Standards & Technology* (NIST) a développé une intelligence artificielle capable de calibrer ces boîtes quantiques à un rythme et sur une échelle qu'un être humain ne pourrait pas gérer. Cet algorithme, alimenté en données par le *Joint Quantum Institute*, est capable de s'adapter à différents processeurs.

### Honeywell se lance dans la course à l'ordinateur quantique

[Honeywell](#) 3 mars 2020

Le groupe multinational Honeywell ouvre une branche dédiée aux technologies quantiques et a annoncé le 3 mars 2020 son ambition de concevoir l'ordinateur quantique le plus performant. Développés en partenariat avec d'autres entités spécialisées comme Cambridge Quantum Computing et Zapata Computing, les premiers prototypes seront prêts en l'espace de trois mois. Leur technologie reposera sur la manipulation d'ions ytterbium et baryum pour définir les états quantiques et générer des qubits.

# Chimie

## **Synthèse d'un nitrure de bore parfaitement structuré**

[Nature](#) 4 mars 2020

Le nitrure de bore hexagonal (hBN) est un semi conducteur à bande large dont le comportement est proche de celui des isolants. Il se retrouve dans la composition de nombreux éléments électroniques (transistors, LASERS, diodes). La difficulté majeure liée à sa synthèse est de former des mailles cristallines parfaitement hexagonales. L'université de Rice, associée à une université taïwanaise, a réussi à faire croître un cristal parfaitement ordonné de hBN sur un substrat de cuivre - dont l'état de surface particulier autorise la croissance du nitrure.

## **Un assemblage de plusieurs catalyseurs pour purifier l'eau**

[PNAS](#) 24 mars 2020

La purification de l'eau par traitement au peroxyde d'hydrogène est classique et respectueuse de l'environnement, mais sa mise en oeuvre est compliquée et le rendement peu élevé. En cause, chaque étape de la réaction en jeu nécessite un catalyseur différent. Regroupés ensembles, ces catalyseurs tendent à inhiber leurs effets. Le laboratoire national de Brookhaven ainsi que les universités de Yale et d'Arizona ont assemblé et testé un matériau bidimensionnel capables de supporter simultanément deux catalyseurs dans des conditions optimales. L'assemblage consiste en la répétition un seul atome de cobalt encerclé par de l'anthraquinone. L'encombrement atomique étant fortement réduit, chaque catalyseur fonctionne indépendamment sans inhiber l'autre.

## **Contenir le plomb des panneaux solaires**

[Nature](#) 19 février 2020

Les cellules photovoltaïques de type perovskite sont des objets technologiques très prometteurs, dont l'efficacité atteint les 25% de conversion. Pour obtenir cette performance, elle nécessite l'emploi de faibles quantités de plomb ; un écueil à la fois écologique et commercial. Cependant, des chercheurs du US National

Renewable Energy Laboratory dans l'Illinois ont trouvé un moyen de retenir ce plomb en cas de détérioration du panneau solaire et de fuite. La solution réside dans un film polymère muni d'agents chélatants spécifique au plomb, et capable de l'absorber.

## **Energie**

### **Etat de l'art des techniques de désalinisation**

[Nature Review Materials](#) 10 mars 2020

La désalinisation de l'eau est un procédé consistant à séparer l'eau des sels minéraux par distillation. Cette opération, en usage dans certains pays comme Israël ou dans le golfe persique, reste tributaire des énergies fossiles dans la majorité des cas, et affiche un rendement plutôt énergivore. Des chercheurs de l'université du Texas à Austin ont rédigé une étude exhaustive portant sur le procédé de purification de l'eau par évaporation solaire. En établissant l'état de l'art ils listent les différents défis technologiques impliqués (effets de cavitation, rendement de transfert thermique, mouillabilité et tension de surface, approvisionnement en eau) et les solutions envisageables - dont fait parti le choix des matériaux à employer et de leurs structures (photothermiques, isolants thermiques, hydro-gels polymères).

---

Rédacteur :

Olivier Tardieu, Attaché adjoint pour la science et la technologie, [deputy-phys@ambascience-usa.org](mailto:deputy-phys@ambascience-usa.org)