

l'événement

Technologies quantiques : l'Europe mise sur Grenoble

Le projet grenoblois QuCube, lauréat de l'appel à propositions ERC Synergy Grant, va recevoir 14 millions d'euros sur 6 ans pour réaliser un processeur quantique. Une reconnaissance du potentiel de l'écosystème grenoblois.

De 2019 à 2024, le Leti, INAC et l'institut Néel recevront 14 millions d'euros pour réaliser un processeur quantique d'au moins une centaine de qubits physiques. Ils pourraient ainsi démontrer un premier qubit logique fonctionnel, avec en ligne de mire de sérieuses perspectives de passage à l'échelle.

Percées technologiques et avancées fondamentales

Les obstacles sont multiples : choix de l'architecture du processeur, contrôle de la variabilité des bits quantiques, processus de correction d'erreurs quantiques, enjeux liés à la dissipation thermique... Ils nécessitent à la fois des percées technologiques et des avancées fondamentales.

Les trois instituts avaient des arguments pour décrocher cet ERC. L'institut Néel et INAC mènent des travaux fondamentaux sur l'information quantique depuis 15 ans. INAC, le Leti et Néel ont signé ensemble plusieurs premières mondiales, la dernière étant la réalisation d'un qubit en technologie CMOS 300 nm.

Mais plus largement, c'est la qualité de l'écosystème grenoblois qui est reconnue, en particulier sa capacité à tisser des liens entre acteurs académiques et industriels. Pour les technologies CMOS, ces liens sont solides et pérennes. Pour le quantique, ils commencent déjà à se tisser. C'est un des axes de travail du projet Quantum Engineering, lancé en 2017 par l'Idex UGA et doté d'1,7 M€ sur quatre ans.

Contact : maud.vinet@cea.fr

innovation

Epilepsie : et si le froid stoppait les crises ?

Le froid peut modifier de façon réversible l'activité de neurones, comme ceux impliqués dans une crise d'épilepsie. Mais comment en produire dans des zones profondes du cerveau et évacuer la chaleur générée par cette production de froid ? Clinattec planche sur le sujet avec le programme Carnot Exploratoire Epicool.

Le dispositif final mesurera moins de 3 mm de diamètre et évacuera son énergie sous forme de lumière, et non de chaleur. Implanté dans le cerveau, il détectera les prémices de la crise d'épilepsie et déclenchera la production de froid, jusqu'au retour à la normale.

A ce stade très exploratoire, les essais visent à évaluer la faisabilité technologique (dimensionnement, etc.). La preuve de concept a permis de lever plusieurs verrous technologiques. L'équipe de Clinattec travaille sur la miniaturisation.

Contact : nicolas.aubert@cea.fr

Redfinch, un coup de jeune sur la détection moyen infrarouge

Le Leti présentera début février à *Photonic West* (San Francisco) les premiers résultats du projet européen *Redfinch*, dont il est le coordinateur. Au programme, une nouvelle génération de capteurs optiques pour la détection d'espèces chimiques dans les gaz et les liquides. Ils travaillent dans le moyen infrarouge – 2 à 20 microns de longueur d'onde – associé à des lasers à cascade quantique pour obtenir un spectromètre. A fonction équivalente, le coût devrait être divisé au moins par dix.

Clé de l'innovation : des circuits intégrés photoniques que le Leti conçoit et réalise dans sa salle blanche 200 nm. *Redfinch* cible trois applications : l'analyse de gaz de process dans les raffineries, la recherche de fuite de gaz dans la pétrochimie, l'analyse de protéines dans l'industrie laitière.

Contact : jean-guillaume.coutard@cea.fr
Site web : <http://www.redfinch.eu/>

Couches minces : les hautes ambitions du projet SPRINT

Le LMGP coordonne depuis la rentrée le projet européen SPRINT, qui réunit six partenaires académiques. Leur objectif est ambitieux. Il s'agit de mettre au point un procédé de dépôt de couches minces amorphes ou cristallines, à température et à pression ambiantes, sur tous types de substrats. Ce procédé marquerait une rupture spectaculaire avec les exigences et limitations des technologies de dépôt actuelles (opération sous vide, hautes températures, etc). Il faciliterait grandement les innovations dans plusieurs domaines : cellules photovoltaïques, LEDs, capteurs électroniques et optoélectroniques...

Les chercheurs restent très discrets sur leurs pistes de travail. Mais ils en ont dit assez aux autorités de recherche européennes pour obtenir un financement de 3 M€ sur quatre ans.

Contact : david.munoz-rojas@grenoble-inp.fr

MINATEC NEWS

innovation

Sécuriser le retour à domicile des insuffisants cardiaques

Disposer à domicile d'un dispositif de télémédecine performant pour l'analyse de paramètres sanguins de patients insuffisants cardiaques. C'est l'ambition de CardioRenal, une start-up qui collabore depuis 2015 avec le Leti et depuis cet été, via un laboratoire commun. L'objectif est d'optimiser un laboratoire d'analyse portable basé sur une puce microfluidique et des capteurs optiques et électrochimiques, et de les industrialiser pour mener des tests cliniques dès l'année prochaine.

Le dosage du traitement donné aux patients après une hospitalisation est très délicat, avec des risques de déficience rénale ou de congestion pulmonaire. Les analyses seront réalisées à partir d'une seule goutte de sang. Elles faciliteront les ajustements et éviteront de nouvelles hospitalisations, aussi traumatisantes que coûteuses.

Contact : sandra.barbier@cea.fr

Actionneurs pour l'automobile : le pari du MPC allégé

Est-il possible de doter des actionneurs pour l'automobile d'une loi de commande de type MPC*, sachant qu'ils disposent d'une puissance de calcul réduite? EFI Automotive et le Leti viennent de lancer un programme de recherche sur ce sujet. S'ils aboutissent, les performances (fiabilité, temps de réponse, consommation) des futurs actionneurs EFI seront propulsées à des niveaux inédits.

Le MPC utilise un modèle de l'actionneur pour prédire son comportement et calculer l'action à appliquer pour atteindre la performance souhaitée. Il prend naturellement en compte les contraintes inhérentes au composant, par exemple sa tension d'alimentation maximale ou les butées de position. Toute la difficulté est d'en développer une version "allégée", moins gourmande en ressources mais aussi efficace.

*Model predictive control

Contact : marie-sophie.masselot@cea.fr

Spintronique : la gamme des matériaux s'élargit

Un isolant électrique comme le grenat de fer et d'yttrium (YIG) est aussi un excellent conducteur de spin. De plus, il possède des propriétés de transport non linéaires dès que le courant dépasse un certain seuil. C'est ce qu'ont montré des chercheurs INAC associés à trois autres équipes*, en mesurant des conductances de spin entre deux fils de platine déposés sur une couche mince de YIG. Ils déposeront bientôt un brevet pour exploiter ces non-linéarités.

Ce résultat confirme que la spintronique, très axée jusqu'ici sur les métaux, peut élargir sa palette à des matériaux magnétiques qui sont aussi isolants électriques, en particulier les oxydes métalliques. Revers de la médaille : ces oxydes doivent être élaborés sous forme de monocristaux obtenus par croissance épitaxiale. Complexe et coûteux.

*université de Brest, IRAMIS, UMR CNRS-Thales

Contact : olivier.klein@cea.fr

Le germanium révèle de nouveaux talents

Le germanium fabriqué avec très peu d'impuretés est propice au transport "ballistique" (c'est-à-dire sans choc) d'électrons ou de trous. De plus, les trous sont supposés avoir un fort couplage spin-orbite. Une équipe INAC associée à des chercheurs britanniques et néerlandais* vient de mettre en évidence ces deux propriétés prédites par la théorie, sur un dispositif expérimental d'électronique quantique réalisé pour l'occasion. Il est constitué d'une couche 2D de germanium prise en sandwich entre deux couches de silicium-germanium, et dotée de grilles électrostatiques.

La connexion d'électrodes supraconductrices en aluminium permet également la propagation d'un courant supraconducteur dans le germanium. Ces résultats obtenus à 17 mK ouvrent des perspectives en spintronique et pour la conception d'ordinateurs quantiques.

*universités de Warwick et de Delft

Contact : florian.vigneau@cea.fr



La photosynthèse deux par deux, ça marche mieux

Les dispositifs de photosynthèse artificielle ont un défaut qui mine leur efficacité : leur photosensibilisateur délivre les électrons un par un, alors que le catalyseur les utilise deux par deux. Une équipe grenoblo-allemande* vient de relever ce défi. Son photo-sensibilisateur de ruthénium stocke de façon réversible deux électrons et deux protons, à la manière des plastoquinones d'organismes vivants.

Il a fallu trois ans de travaux pour sélectionner une structure adaptée, la réaliser par une voie de synthèse optimale et la caractériser. Le motif retenu est plan et comprend huit cycles aromatiques conjugués. Avant d'envisager des applications, il reste à optimiser ce photosensibilisateur pour stocker davantage d'énergie, puis à valider son utilisation dans des processus catalytiques.

*CEA dont BIG et INAC, UGA, Friedrich Schiller University Jena (Allemagne)

Résumé de l'article : <https://rsc.li/2raPABA>

Contact : murielle.chavaret-kerlidou@cea.fr

entretien

Etienne Vogt, directeur du
Pôle Utilités Services (Engie) :

**“Notre hydrogène
renouvelable
revient moins
cher que celui
d’origine fossile”**

**Depuis octobre, vous fournissez
au CEA et à la station véhicule
implantée chez GEG de l’hydrogène
produit par électrolyse de l’eau.
Pourquoi cette innovation ?**

Le déclencheur a été le projet grenoblois Hyway, démonstrateur de la mobilité hydrogène, qui cherchait un partenaire pour produire de l’hydrogène renouvelable. Engie était déjà fournisseur du CEA en hydrogène et les besoins des salles blanches augmentaient. Nous nous sommes lancés dans la réalisation de notre première unité de production locale d’hydrogène renouvelable en France. Elle est à usage industriel et mobilité, et utilise l’électrolyse de l’eau.

**L’innovation réside-t-elle dans
le concept ou dans les équipements ?**

Elle réside dans le concept : produire la totalité de l’hydrogène sur place, pour un usage combiné, et limiter la présence d’hydrogène d’origine fossile aux stockages de secours. En revanche, nous employons des équipements éprouvés : électrolyseurs alcalins, station de compression à 200 bar, purifieur de gaz... Notre mission est d’abord d’assurer une continuité de fourniture, sur une production annuelle qui avoisine les 70 000 m³ par an.

Quel retour d’expérience à ce jour ?

Sur le plan technique, la construction s’est bien passée. En revanche, nous avons perdu un an pour satisfaire aux exigences réglementaires de sécurité. C’est un frein important au développement de la filière hydrogène.

L’activité a pris sa vitesse de croisière, mon équipe a la centrale en main. Nous avons la satisfaction de produire de l’hydrogène local, renouvelable et en prime, moins cher que l’hydrogène fossile livré en bouteilles.

Contact : etienne.vogt@engie.com

en direct de MINATEC

Suite et fin du 10^e anniversaire de Phelma

C’est le 20 décembre que sera tiré le bouquet final du 10^e anniversaire de Grenoble INP-Phelma. Quelque 200 étudiants et diplômés, enseignants-chercheurs, partenaires et “voisins” de l’école (laboratoires et plates-formes technologiques, MINATEC, CEA, CNRS, GIANT) sont attendus à l’Auditorium Grenoble-INP.

Pierre Benech (administrateur général de Grenoble INP et ex-directeur), Louis Zangara (ancien président du Conseil d’école) et Anne Vilcot (directrice actuelle) témoigneront d’abord sur la création et l’évolution de l’Ecole. Suivra une table ronde sur le thème des millénials. Le débat portera sur cette génération des *digital natives* dont le comportement, notamment au travail, désarçonne parfois ses aînés ! Les bougies seront soufflées et le gâteau partagé lors d’un temps convivial qui clôturera l’après-midi.

Contact : alexis.sableaux@phelma.grenoble-inp.fr

Le RFIC-Lab, pleins feux sur la conception RF

Le RFIC-Lab*, fort de 7 chercheurs et 15 doctorants, enrichit depuis septembre la liste des structures de recherche co-pilotées par Grenoble-INP et l’UGA. Son équipe est issue de l’IMEP-LaHC. L’objectif de la réorganisation est de donner plus de visibilité à une activité de conception de haut niveau international. Le RFIC-Lab a signé de nombreuses publications et communications dans des conférences prestigieuses. Il participe actuellement à deux projets européens et deux projets nationaux et compte parmi ses partenaires industriels STMicroelectronics et Anritsu.

Dirigée par Sylvain Bourdel, l’équipe conçoit des circuits actifs et passifs pour la RF et le millimétrique. Parmi ses spécialités, la conception sur substrats “exotiques” tels que les membranes à nanofils métalliques, ou la RF basse consommation.

*Radio-fréquences et intégration de circuits

Contact : sylvain.bourdel@univ-grenoble-alpes.fr

Au BHT, Avalun change de braquet

LabPad®, le “laboratoire de poche” d’Avalun, se vend aujourd’hui partout : Allemagne, Italie, Royaume-Uni, République Tchèque, Afrique du Sud... Aussi, la start-up a décidé d’automatiser sa ligne de production de consommables installée au BHT. La machine robotisée qu’elle vient d’inaugurer fabrique chaque jour 15 000 tests de temps de coagulation, contre 1 500 auparavant. De quoi répondre à la demande des médecins, pharmaciens, hôpitaux, particuliers qui souhaitent réaliser ce test sans se déplacer dans un laboratoire d’analyses.

Avalun, qui compte 21 collaborateurs, va se focaliser ces prochains mois sur la production et la vente. Elle prépare en parallèle le marquage CE de nouveaux tests. Enfin, elle participe aux côtés du Leti au projet e-Meuse Santé sur la télémédecine en zone rurale.

Contact : vincent.poher@avalun.com

ouvertures

HOPE, de l'espoir et des talents pour réduire la précarité énergétique

Avec la chaire HOPE, inaugurée fin septembre à GreEN-Er, la Fondation Grenoble INP veut contribuer à la lutte contre la précarité énergétique en conjuguant les efforts de collectivités, d'entreprises, d'équipes de recherche et d'organismes publics. Aujourd'hui, 20% des Français sont en situation de précarité énergétique*. Celle-ci provoque notamment des problèmes de santé et d'exclusion sociale.

HOPE, très pragmatique, cherche à être une "boîte à idées efficaces". Ses partenaires vont se pencher sur des expériences de terrain, mieux comprendre les mécanismes de la précarité, s'associer à des initiatives existantes (projets H2020, pays pionniers comme le Royaume-Uni et l'Irlande...). Ils comptent innover en misant sur la technologie, mais aussi sur la coordination des acteurs du social, de l'habitat et de la santé.

*Leurs dépenses d'énergie représentent plus de 10 % de leurs revenus

Contact : regis.largillier@fondation.grenoble-inp.fr

L'IFCEN et Phelma vont signer deux accords de double diplôme

Soutenu depuis sa création en 2010 par un consortium français d'établissements d'enseignement supérieur dont Grenoble-INP, l'Institut franco-chinois de l'énergie nucléaire (IFCEN) forme "à la française" près de 120 ingénieurs chinois par an.

Pour renforcer leurs liens, l'IFCEN et Phelma ont décidé de mettre en place deux doubles diplômes. Les accords seront signés prochainement afin d'être effectifs à la rentrée universitaire 2019. Le premier concerne le parcours Énergétique nucléaire du master de physique de l'IFCEN et le second, le diplôme d'ingénieur Phelma, filière Génie énergétique et nucléaire.

Ces accords vont permettre à Phelma d'accueillir d'excellents étudiants chinois parlant couramment français, mais aussi de développer les opportunités de mobilité internationale pour ses élèves.

Contact : alice.caplrier@phelma.grenoble-inp.fr

Coup d'envoi pour le Digital Innovation Hub d'Auvergne – Rhône-Alpes

Accompagner la transition numérique des acteurs économiques de la région, en s'appuyant sur les filières d'excellence du territoire. C'est l'ambition du nouveau hub d'innovation numérique "minaSmart Auvergne-Rhône-Alpes", que le Leti présente le 4 décembre à Vienne (Autriche). Il devrait bénéficier à la fois de financements de la région Auvergne – Rhône-Alpes et de la Commission Européenne, qui souhaite labelliser ce type d'initiatives sous le label *European Digital Innovation Hubs*.

Le CEA, l'INRIA, Minalogic, l'Université Grenoble Alpes et La Région sont les membres fondateurs. Articulé autour de plateformes technologiques et logicielles et du "Campus Région du Numérique", minaSmart Auvergne-Rhône-Alpes accompagnera les entreprises sur tous les aspects de la transition numérique : logiciels, *hardware* et usages.

Contact : laurent.herault@cea.fr

Site web : www.minasmart.auvergnhonealpes.eu

Joli doublé pour l'équipe grenobloise d'iGEM

Fin octobre, l'équipe pluridisciplinaire grenobloise à laquelle appartenaient des étudiants de Phelma est revenue doublement récompensée de la finale du concours de biologie synthétique iGEM, qui se déroulait à Boston.

Dédié à la phagothérapie, leur projet "Phagzyzer" a été distingué par une médaille de bronze et une sélection remarquable dans la catégorie *Best hardware*. En quelques mois, les Grenoblois ont en effet mis au point un *liquid handler* capable d'extraire et de purifier un échantillon d'ADN. En revanche, le temps leur a manqué pour réaliser les étapes d'identification des bactéries pathogènes et des phages susceptibles de les détruire. L'équipe iGEM 2019 poursuivra-t-elle ces travaux ou Phagzyzer deviendra-t-il un projet entrepreneurial? Les coéquipiers devraient en décider rapidement.

Contact : charles.jabour@grenoble-inp.org

Air Liquide s'engage pour 5 ans avec le CEA

Déjà partenaire de longue date du CEA, Air Liquide a signé la création d'un laboratoire commun pour 5 ans. Aux côtés de deux autres instituts (IRFM et IRFU), INAC joue un rôle important sur deux axes de travail.

Le premier porte sur l'amélioration des performances de refroidisseur de type tubes à gaz pulsé. Ces composants refroidissent à des températures allant de 15 à 50 K des détecteurs embarqués dans des satellites.

Second axe, la simulation dynamique des trois réfrigérateurs de 25 kW à 4 K utilisés dans le Tokamak ITER. Elle permettra de consolider la préparation et le paramétrage des tests de réception et le démarrage des systèmes. Air Liquide, qui assure déjà le refroidissement d'une partie du LHC, installe et assemble les réfrigérateurs d'ITER. Les premiers tests de réception sont prévus fin 2019.

Contact : christine.hoa@cea.fr

au jour le jour

Que dévoilera le Leti au CES 2019 ?

Le Leti dévoilera deux technologies innovantes sur le stand de CEA Tech Village au Consumer Electronic Show (CES) de Las Vegas, en janvier : Pixcurve et Sigma Cells.

La technologie de courbure des composants optiques bio-inspirée Pixcurve permet de diminuer la taille de l'objectif jusqu'à 60 % tout en améliorant la qualité de l'image grâce à la réduction d'aberrations optiques. Elle vise les marchés de la photographie haut de gamme, des smartphones et *action cameras* et celui de la réalité virtuelle.

Dédiée aux voitures électriques, la technologie à cellules commutées Sigma Cells correspond à une batterie 3 en 1 combinant onduleur, chargeur et système de gestion de batterie. Plus durables, compactes et légères, ces batteries ont une meilleure autonomie (+ 20 %) et indiquent l'état de charge de manière plus fiable.

Contact : camille.giroud@cea.fr

IMEP-LaHC s'équipe d'un AFM pas comme les autres

Le nouvel AFM *Bruker Icon* installé depuis fin octobre à IMEP-LaHC propose les modes classiques de mesures topographiques, avec une résolution de l'ordre du nanomètre. Jusque là, rien de révolutionnaire. En revanche, il apporte au bassin grenoblois deux fonctionnalités nouvelles. D'abord, le mode "Data Cube", c'est-à-dire des mesures électriques et physiques point par point sur toute la surface d'un échantillon. Ce dernier peut ainsi être cartographié en termes de courant, de tension, de courbe de force etc.

Seconde nouveauté, le module SMIM* : l'analyse de la réflexion d'ondes incidentes à 3 GHz fournit la capacité et la résistivité d'un échantillon avec une résolution de 50 nm.

Ce nouvel AFM sera opérationnel dans quelques mois. Il est ouvert à des équipes extérieures dans le cadre de la plateforme Open RA.

* *Scanning Microwave Impedance Microscopy*

Contact : mescot@minatec.inpg.fr

au jour le jour

Une doctorante INAC lauréate du Programme Pour les femmes et la Science

Le 8 octobre, Farsane Tabataba-Vakili a reçu une bourse du programme L'Oréal-Unesco Pour les femmes et la Science France qui a récompensé 30 jeunes chercheuses. Distinguée pour ses travaux en optoélectronique, la doctorante cherche à optimiser des micros sources de lumière. Elle effectue sa thèse en co-direction avec le CNRS-C2N et INAC.

Ses recherches portent sur la fabrication et la caractérisation de circuits photoniques et de micro lasers injectés dans les matériaux semi-conducteurs nitrures, qui sont à la base des LEDs et des lasers blu-ray. Son objectif? Développer des micro lasers (des disques dont le diamètre n'excède pas quelques dizaines de microns) injectés électriquement et couplés à des circuits photoniques, capables notamment de guider et de filtrer spectralement la lumière.

Contact : farsane.tabataba-vakili@u-psud.fr

agenda

6 décembre - Grenoble

Journée annuelle du pôle Minalogic

<https://www.minalogic.com/fr/actualite/journee-annuelle-du-pole-exposez-vos-produits-innovants>

20 décembre – auditorium Grenoble INP

10^e anniversaire de Grenoble INP-Phelma

Contact : alexis.sableaux@grenoble-inp.fr

7 février

Scientifique toi aussi

Contact : Lisa.FAURE-JOASSARD@cea.fr

16 février – Grenoble INP-Phelma

Journée portes ouvertes

Contact : alexis.sableaux@grenoble-inp.fr

Biomédical : Eveon et le LMGP créent un laboratoire commun

Ils collaboraient depuis plusieurs années à travers la filière Biomedical Engineering de Grenoble INP-Phelma. Le LMGP et Eveon viennent de renforcer leurs liens en créant un laboratoire commun financé par l'IDEX Université Grenoble Alpes. Au cœur de ses travaux : l'impact de différents matériaux et procédés fluidiques sur la stabilité de protéines thérapeutiques. Eveon, rappelons-le, conçoit et réalise des dispositifs médicaux automatisés de préparation et d'administration de médicaments qui peuvent contenir ces protéines.

L'enjeu est d'abord médical : si ces protéines s'adsorbent ou s'agrègent, elles peuvent perdre leur activité. Il est aussi stratégique : faire avancer les connaissances sur ces phénomènes, afin de proposer aux clients d'Eveon le dispositif optimisé correspondant aux caractéristiques du médicament.

Contact : marianne.weidenhaupt@grenoble-inp.fr

150 séniors expérimentent ACTIVAGE en Isère

Coordonné en France par l'IRT Nanoelec et le département de l'Isère, le projet européen ACTIVAGE est désormais entré en phase d'expérimentation. D'ici avril 2020, 150 personnes âgées vont tester pendant un an des solutions numériques adaptées à leurs besoins. Elles sont construites autour d'une tablette tactile, d'une passerelle (gateway) et de détecteurs pour la sécurité domestique et le confort. Elles sécurisent la vie au domicile des personnes fragiles et facilitent le soutien des aidants. Ces solutions seront également déployées dans des chambres d'une clinique d'Echirolles pour accompagner les équipes soignantes. Avec le CEA et STMicroelectronics, l'IRT Nanoelec a spécifié et sécurisé la passerelle afin d'assurer la bonne gestion des données des capteurs et le respect du contexte réglementaire (RGPD).

Contact : isabelle.chartier@cea.fr

Site : <https://www.isere.fr/activage>

Rosi recycle les déchets de fabrication du photovoltaïque

Même s'il produit de l'énergie renouvelable, le photovoltaïque n'échappe pas aux problèmes de déchets. 40% du silicium ultra-pur utilisé pour réaliser les cellules est perdu lors de la découpe par fil diamanté! C'est pour réduire ces pertes massives que la start-up Rosi a vu le jour fin 2017. En combinant un procédé chimique et un procédé métallurgique développé avec le SIMAP*, elle transforme les déchets de découpe en un silicium polycristallin utilisable pour réaliser des cellules. Ce matériau peut aussi être exploité pour fabriquer à nouveau du silicium ultra-pur. Le SIMAP héberge déjà une unité-pilote capable de traiter 16 tonnes par an de déchets solides. Rosi a sollicité l'Europe via un projet H2020 pour financer un démonstrateur industriel de 200 à 500 tonnes par an. Réponse attendue début 2019.

* laboratoire de Science et ingénierie des matériaux et associés, partenaire de Phelma

Contact : daniel.bajolet@rosi-solar.com

Site : www.rosi-solar.com