



leti
cea tech



LETI INNOVATION STORIES*

Les technologies Leti dans vos produits

**Innovation : Nos plus belles histoires*

LETI INNOVATION STORIES

SOMMAIRE

APIX	Analyseurs multigaz.....	5
ARNANO	Nanoforme	7
AVALUN	LabPad®.....	9
NEW AXIMUM	Détection de véhicule	11
BESPOON	Localisation de précision.....	13
BUBENDORFF	Volets roulants ID3 autonome	15
CAPSUM	Modernist serum n°4.....	17
CNES	Magnétomètre RMN Oersted	19
CNES	Magnétomètres absolus Swarm	21
DEBIOTECH	Micro-aiguille Debioject	23
NEW E-LICHENS	Capteur de gaz miniaturisé	25
ESA	Caméra PACS	27
FLUOPTICS	Fluobeam®.....	29
NEW I2S	Caméra THz TZCam	31
ILLUMINA	Laboratoire sur puce.....	33
IPRASENSE	Cytonote.....	35
ISKN	Slate.....	37

MICHELIN	Gamme de pneus pour poids lourds.....	39
MICROOLED	Maryland.....	41
NEW MİRSENSE	Capteur photoacoustique multigaz.....	43
NEW MORPHOSENSE	Morphosense.....	45
MULTIX	Détecteurs spectrométrique ME100	47
MURATA	Condensateur miniature	49
NEW NXP	Accéléromètre Harmens	51
RADIALL	Backhaul/Fronthaul en bande V	53
RYB	Eliot	55
SERCEL	Capteurs de vibration.....	57
SMITHS DETECTION	Scanner à diffraction de rayons-x	59
SOFRADIR	Imageurs infrarouges.....	61
NEW STARCHIP	Module sans contact	63
TDK	MP3 compteur de distance	65
TECHNIP	Morphopipe	67
TERRADONA	Cliiink®	69
THALES	Capteurs de pression absolue.....	71
THALES	Switches MEMS RF.....	73
TPL	Antennes intégrées et imprimées	75
TRONICS	MEMS à détection de mouvements.....	77
ULIS	Imagerie thermique	79

LETI INNOVATION STORIES

LES TECHNOLOGIES LETI AU COEUR DE VOS PRODUITS

Le Leti est un institut de recherche technologique de CEA Tech. Véritable pionnier, il développe des technologies de miniaturisation à la fois performantes, sûres et à faible consommation énergétique pour un grand nombre d'applications et de marchés. Passionnées d'innovation, les équipes du Leti proposent des solutions de différenciation à leurs partenaires (grands groupes industriels, PME et start-ups).

Dans ce livret, vous trouverez une sélection de produits à succès de plusieurs partenaires, intégrant des innovations technologiques de rupture issues du Leti.

Vous souhaitez innover avec les experts et les technologies Leti ?
Contactez : leti.contact@cea.fr

**Avec le Leti au cœur de vos produits,
tout est possible !**

ANALYSEURS MULTIGAZ

ANALYSE DE GAZ ? PLUS BESOIN DE LABORATOIRE...

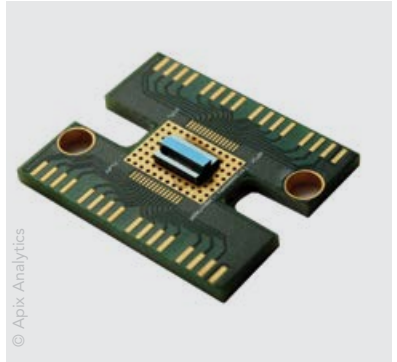
Pourquoi faire compliqué quand on peut faire simple ? Les analyseurs multigaz d'Apix Analytics déterminent la composition d'un échantillon gazeux sur le lieu même où il est prélevé, sans passer par les gros équipements d'un laboratoire traditionnel. L'analyse est aussi précise : elle différencie les gaz avec la même finesse et elle réduit drastiquement les coûts.



LA TECHNOLOGIE :

Les analyseurs d'Apix Analytics sont des laboratoires sur puce gravés sur silicium, bien plus compacts que les matériels d'analyse classique. Issus des recherches conjointes du Leti et de Caltech, le principal institut de recherche américain en nanotechnologies, ils sont maintenant développés au sein d'un laboratoire commun entre le Leti et Apix.

Sur ces analyseurs, la séparation des gaz de l'échantillon est opérée par une colonne de chromatographie miniature, usinée sur silicium. Puis les gaz sont détectés par des nanorésonateurs qui vibrent à une fréquence donnée. La surface de chaque nanorésonateur est recouverte d'une couche chimique qui favorise l'absorption des molécules sur sa surface. Quand des molécules de ce gaz se déposent, la masse du résonateur augmente et sa fréquence de vibration change, ce qui permet de remonter à la concentration de chacune des espèces du mélange gazeux. Apix Analytics est le tout premier industriel à proposer de la détection par nanorésonateurs. C'est la clé de la sensibilité de ses systèmes (jusqu'au ppm, voire au ppb) et de leur compétitivité.



CONTACTS

www.apixanalytics.com

philippe.andreucci@apixanalytics.com

www.leti-cea.com

eric.ollier@cea.fr

NANOFORME

L'ARCHIVAGE INFINI, UNE HISTOIRE D'ART

Des bijoux et des montres décorées avec toutes vos images pour l'éternité ? C'est ce que la marque Fahrenheit 2451 d'Arnano propose à l'industrie du luxe : des disques en saphir finement gravés pour cadrans et dos de boîtier de montres personnalisés qui résistent au millénaire. Pour les besoins classiques d'archivage, la start-up propose des nanoformes capables d'archiver des milliers de documents en image. Tous ces produits résistent aux multiples agressions : rayures, inondations, incendies, etc.



LA TECHNOLOGIE :

L'archivage numérique étant peu fiable à long terme, Arnano et le Leti ont développé une solution analogique qui reproduit, à l'échelle microscopique, des milliers de documents numériques, en images, sur un disque exploitable pendant des siècles.

Les chercheurs ont identifié comme support de base le saphir synthétique, deuxième matériau le plus dur au monde après le diamant. Baptisé « Fahrenheit 2451 » pour sa résistance aux flammes (1300°C), ce projet de gravures, enfouies dans des substrats de saphir, a donné lieu à un nouveau média sous forme de disque. Les données non codées sont gravées sous forme d'images microscopiques dans un film mince de nitrure de titane sur un premier substrat. Un deuxième substrat de saphir vient protéger l'information. Pour l'assemblage, les chercheurs du Leti ont mis au point une technique de collage par adhésion moléculaire capable de reconstruire les liaisons atomiques.

Au-delà de l'archivage classique, cette technologie est utilisée à des fins esthétiques sur des composants horlogers ou encore des accessoires de modes (médailles).



CONTACTS

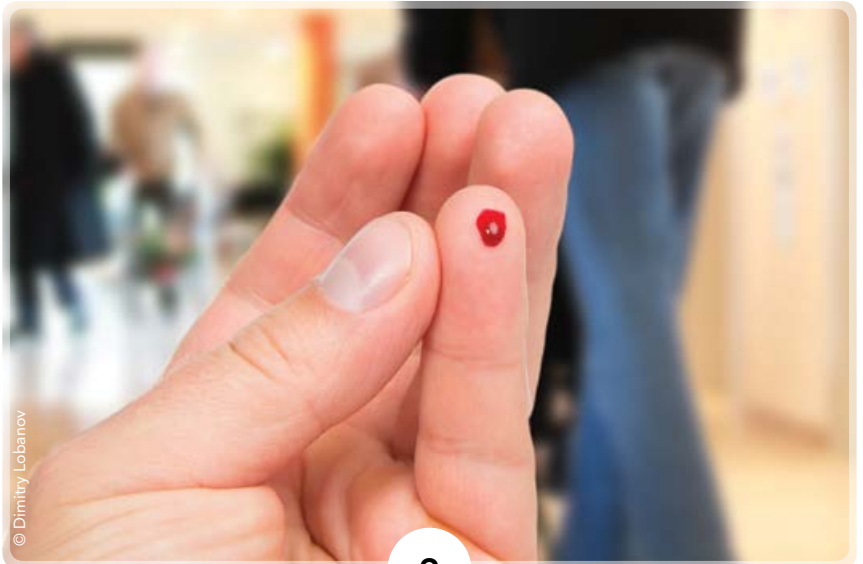
www.fahrenheit2451.fr
philippe.fosse@arnano.fr

www.leti-cea.com

LABPAD®

MON LABO DANS LA POCHE

Vous pourrez bientôt réaliser vos analyses biologiques les plus courantes depuis chez vous, en lien avec des professionnels de la santé. Le LabPad® d'Avalun est un laboratoire de poche, qui permet de réaliser plusieurs types de tests sur le même lecteur : une goutte de sang suffit pour obtenir, en quelques minutes, une vitesse de coagulation sanguine à domicile, un taux de sucre ou de cholestérol dans le sang en choisissant la cartouche consommable appropriée.



LA TECHNOLOGIE :

Le principe du LabPad® repose sur une technologie avancée de microscopie utilisant un capteur CMOS, qui capte des motifs de diffraction de la lumière. Le savoir-faire du Leti a permis de développer des algorithmes capables de reconstituer une « image » à partir de ces informations et ainsi de réaliser de multiples mesures de dynamique cellulaires, de colorimétrie ou de microscopie sur le même lecteur.

Des réactifs spécifiques à chaque réaction ont également été adaptés et intégrés dans des micro-cuvettes consommables pour compléter le dispositif. Le Leti a également contribué à mettre au point la microfluidique qui permet d'acheminer de faibles volumes de sang (moins de cinq microlitres) devant le capteur du microscope.



CONTACTS

www.avalun.com
vincent.poher@avalun.com

www.leti-cea.com
nadege.nief@cea.fr

NEW

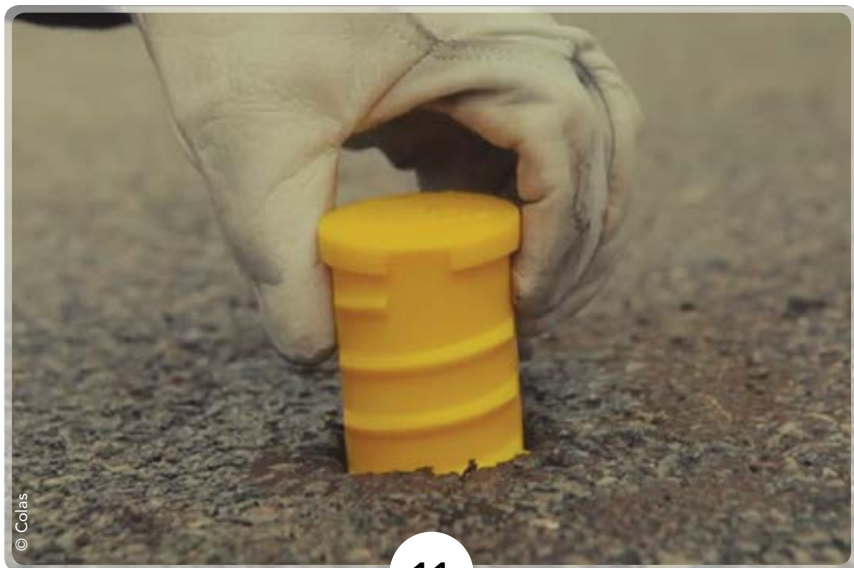


DÉTECTION DE VÉHICULE



LE STATIONNEMENT INTELLIGENT

Marre de tourner en rond ? Le gestionnaire informatisé d'Aximum optimise l'utilisation des parkings et des contrôles d'accès en orchestrant une série de capteurs enfouis dans la chaussée. Un totem centralise les informations envoyées par les capteurs et permet aux conducteurs de connaître en temps réel les places libres ou occupées. Côté enseignes, l'installation et la facilité de maintenance séduit : huit minutes pour intégrer un capteur à la chaussée.



NEW



LA TECHNOLOGIE :

Le Leti a développé, en partenariat avec Colas/Aximum et Mind, une solution de gestion informatisée à la fois performante, facile d'installation, d'entretien et à bas coût, en s'appuyant sur son savoir-faire en communication numérique et architecture électronique basse consommation. Pour répondre à ces critères difficilement compatibles, les chercheurs sont intervenus plus particulièrement sur le choix des composants (bon marché et standards) tout en optimisant au mieux la taille du capteur et en augmentant ses performances.

Au niveau du capteur, l'équipe a mis au point un algorithme embarqué de détection du véhicule. La plate-forme Aximum installée dans les totems/armoires de rue communique avec les capteurs et recueille les informations de présence. Les chercheurs sont plus particulièrement intervenus sur la spécification et le développement d'un protocole radio et sur le design d'une antenne spécifique.

La maintenance globale est facilitée grâce à une autonomie de dix ans avec une mise en place et un remplacement facilité par un design innovant.

Le partenaire Aximum a, de son côté, développé cette partie packaging innovante, ultra robuste et étanche.



CONTACTS

www.aximum.fr

www.leti-cea.com
antoine.robinet@cea.fr

LOCALISATION DE PRÉCISION

UN GPS CENTIMÉTRIQUE POUR L'USINE 4.0

Où se trouvent mon prochain lot de fabrication, mon chariot élévateur, les zones dangereuses ? Dans l'usine 4.0, la réponse s'affiche en temps réel sur un écran. Aussi sophistiquée qu'un GPS, la solution de BeSpoon permet, à partir de balises fixes, de localiser des « tags » (étiquettes) avec une précision de quelques centimètres, même dans un environnement industriel peu propice à la propagation des ondes.





LA TECHNOLOGIE :

Avec BeSpoon, le CEA a conçu un circuit ultra large bande (UWB, 3 à 9 GHz) unique au monde. Il transmet des impulsions radio de l'ordre de la nanoseconde et mesure le temps de vol (temps d'aller-retour du signal entre deux puces) avec un chronomètre précis au 8^e de nanoseconde près.

L'UWB est connue pour sa précision et son efficacité énergétique. Elle ne perturbe pas les autres systèmes radio. Aussi, le Leti a amélioré les techniques de génération des impulsions, de traitement du signal et de synchronisation pour les mesures de temps ultra-précises, et la sensibilité de réception afin d'atteindre les portées nécessaires en environnement industriel.

Les circuits sont incorporés dans des boîtiers ou « ancrés » disposés en divers points du site. Ils se synchronisent par voie hertzienne avec la précision d'une horloge atomique. Ils localisent les « tags » en temps réel, à quelques centimètres près, en s'affranchissant des phénomènes de rebonds ou de multitrajets.

Le système de localisation Bespoon a notamment été déployé dans la Trumpf Smart Factory, une usine de fabrication de plaques métalliques à Chicago.

CONTACTS

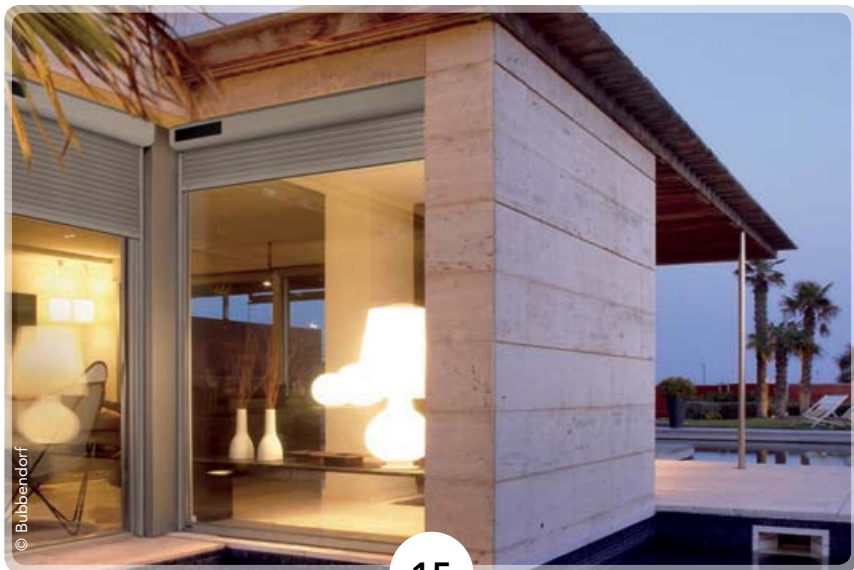
www.bespoon.com
contact@bespoon.com

www.leti-cea.com
michel.durr@cea.fr

VOLETS ROULANTS ID3 AUTONOME

UN VOLET ROULANT 100 % SOLAIRE, 100 % AUTONOME

ID3, le nouveau volet roulant motorisé autonome lancé en 2017 par le fabricant alsacien Bubendorff, est doublement révolutionnaire : il fonctionne à 100 % à l'énergie solaire et ne comporte aucune alimentation d'appoint. Un panneau photovoltaïque de quelques dizaines de centimètres de côté suffit à l'alimenter.



LA TECHNOLOGIE :

ID3 est la deuxième génération de produit solaire de Bubendorff, la première génération sortie en 2012 et déjà conçue en partenariat avec le CEA a connu un vif succès commercial. Bubendorff a de nouveau fait appel au CEA pour concevoir une nouvelle architecture de pack batterie, qualifier les composants, développer de nouveaux algorithmes de gestion optimale de l'énergie accompagnés d'une électronique dédiée, et tester les performances et la fiabilité du système complet afin d'être le seul acteur en mesure d'offrir à ses clients une garantie totale sur 7 ans.

Le Leti a travaillé avec le Liten, institut spécialisé dans les énergies renouvelables, en particulier sur le choix d'une batterie haute performance ; la gestion des charges/décharges de la batterie ; l'efficacité énergétique des mouvements du volet ; la réduction de la consommation en veille ; l'efficacité énergétique de la communication radio (pour la commande du volet). Ainsi les volets ID3 sont autonomes jusqu'à 30 jours sans soleil, le capteur solaire et la batterie du volet ont été conçus pour garantir un fonctionnement par température de - 15 °C à + 60 °C, à faible éclairage et pour différentes tailles de volets.

CONTACTS

www.bubendorff.com
veronique.cerno@bubendorff.com

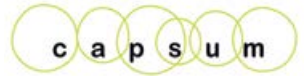
www.leti-cea.com
stephanie.riche@cea.fr

MODERNIST SERUM N°4

DOUCEUR ET BIOEFFICACITÉ

Pour qu'un cosmétique soit efficace, il faut que son principe actif soit assez bien protégé au départ pour pénétrer la peau en profondeur et interagir avec les cellules. Le Modernist Serum n°4 crée dans ce domaine une nouvelle référence. Ses principaux actifs sont encapsulés dans des nanovecteurs, pour une meilleure protection et une délivrance au plus près de leur cible biologique.





LA TECHNOLOGIE :

Le principe actif est encapsulé dans des NeoGouttes Target™, nanovecteurs lipidiques biodégradables dont la membrane hydrophile est ciblante. Ils peuvent encapsuler jusqu'à 70 % de leur poids en actifs. Avec un diamètre d'environ 100 nanomètres, ils pénètrent facilement à travers l'épiderme pour atteindre des cellules spécifiques.

Cette technologie Leti de nanovecteur a été transférée en 2010 à Capsum, une société d'innovation en cosmétique qui encapsule des principes actifs pour ses clients et fabrique sa propre gamme. Cette même technologie est utilisée en médecine pour véhiculer des médicaments vers un organe cible.

En plus de la protection apportée par les nanovecteurs du Leti, on peut leur greffer en surface une biomolécule qui cible spécifiquement certaines cellules.



CONTACTS

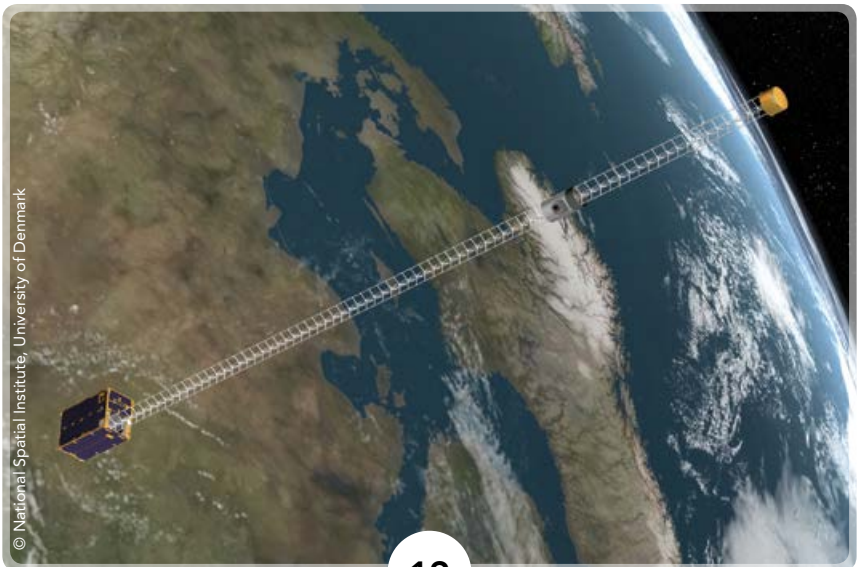
www.capsum.eu
thomas.delmas@capsum.eu

www.leti-cea.com
nadege.nief@cea.fr

MAGNÉTOMÈTRE RMN OERSTED

DU TITANIC AU VOL DANS L'ESPACE

Utilisé en 1987 pour rechercher l'épave du Titanic dans l'Atlantique Nord, le magnétomètre à résonance magnétique nucléaire (RMN) a été embarqué douze ans plus tard sur le satellite Oersted du Danish Space Institute. Cet appareil de haute précision mesure l'intensité du champ magnétique terrestre et ses moindres variations. Sur Oersted, l'objectif est de cartographier le champ magnétique terrestre, pour les scientifiques et pour divers usages industriels.

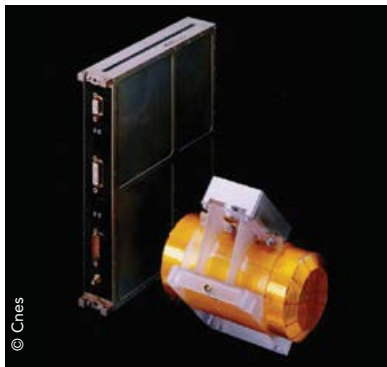


LA TECHNOLOGIE :

Le magnétomètre RMN de la mission Oersted a été « spatialisé » à partir de sa version terrestre, en collaboration avec le CNES. Sa taille a été réduite et de nouveaux matériaux ont été utilisés pour réduire sa masse de 2 kilos à 800 grammes.

La tenue aux vibrations et aux chocs, le durcissement aux radiations, le fonctionnement entre - 20 °C et + 50 °C et la qualification métrologique ont fait l'objet de deux ans de travaux. Ce magnétomètre scalaire a été associé à des capteurs fluxgates chargés de déterminer la direction du champ.

Lancé en 1999 pour une mission qui devait durer 14 mois, Oersted a fourni des données aux scientifiques du monde entier jusqu'en 2006. Depuis, il en transmet ponctuellement en fonction de ses réserves d'électricité. Le magnétomètre RMN est la dernière charge utile encore fonctionnelle.



CONTACTS

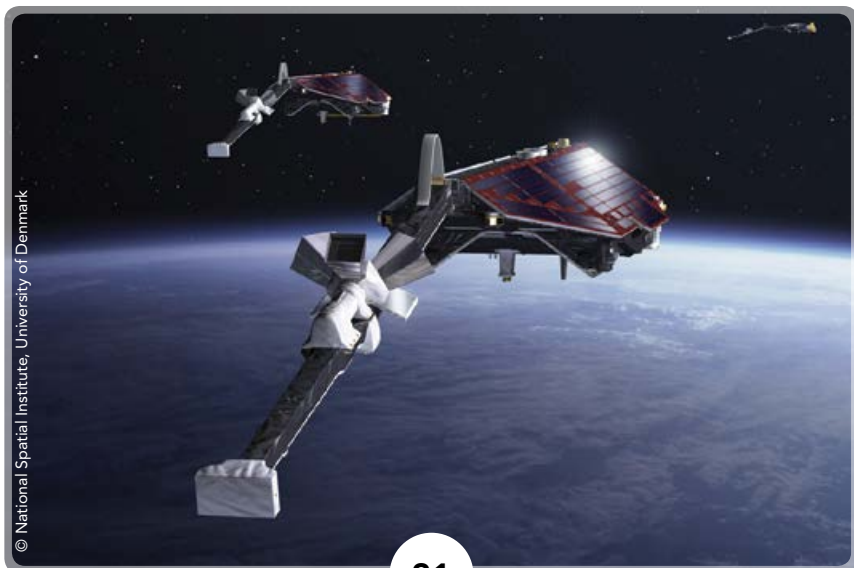
www.cnes.fr
isabelle.fratte@cnes.fr

www.leti-cea.com
jean-michel.leger@cea.fr

MAGNÉTOMÈTRES ABSOLUS SWARM

SCRUTER LE MOINDRE DÉTAIL DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

Le champ magnétique terrestre, ce bouclier invisible qui nous protège des radiations et des sautes d'humeur du soleil, est observé depuis novembre 2013 par des magnétomètres à pompage optique de l'hélium, embarqués sur les trois satellites de la mission Swarm. Grâce à leur extrême précision, ces magnétomètres contribueront à l'élaboration d'un nouveau modèle de champ magnétique mondial, utile aux scientifiques comme aux industriels.

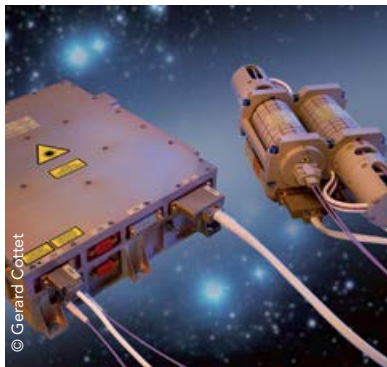


LA TECHNOLOGIE :

La mission Swarm de l'ESA place l'Europe à la pointe de la recherche mondiale sur le champ magnétique terrestre. Le CNES y a contribué par la fourniture des magnétomètres absolus du Leti, qui atteignent une précision inédite de 65 picotesla ! Ils permettent à la fois des mesures scalaires, pour évaluer l'intensité du champ et, à titre expérimental, des mesures vectorielles pour en mesurer la direction : une première sur un même instrument.

Compte tenu des excellents résultats obtenus en orbite, les magnétomètres ASM ont été opérés sans discontinuer depuis le lancement dans ce mode vectoriel. Les données collectées ont été utilisées pour l'élaboration de modèles du champs magnétique terrestre de qualité équivalente à celle des capteurs vectoriels nominaux de la mission.

Ceci ouvre la voie à une simplification de la charge utile pour les futures missions spatiales de cartographie magnétique. Une étude de phase 0 menée avec le CNES a ainsi conclu à la faisabilité d'un nanosatellite, construit autour de cet instrument, qui viendrait compléter la constellation Swarm.



CONTACTS

www.cnes.fr

isabelle.fratter@cnes.fr

www.leti-cea.com

jean-michel.leger@cea.fr

MICRO-AIGUILLE DEBIOJECT

UN VACCIN ? MÊME PAS PEUR !

Avec la micro-aiguille Debioject, de Debiotech, les piqûres ne sont plus un cauchemar. De dimensions micrométriques (inférieures au millimètre), cette aiguille pénètre dans les premières couches non innervées de l'épiderme, où la diffusion du produit est plus efficace et indolore. Les vaccins deviennent ainsi plus économiques : ce nouveau dispositif d'injection permet de réduire la quantité de produit nécessaire d'un facteur dix !



LA TECHNOLOGIE :

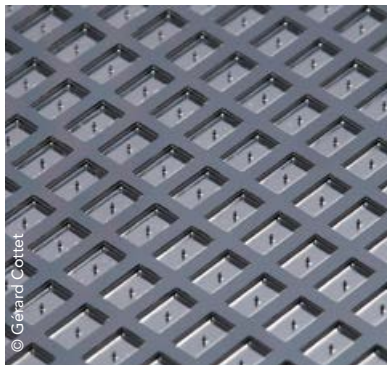
La micro-aiguille (d'une longueur de 700 microns) est constituée de silicium, qui est ici utilisé pour ses propriétés mécaniques. Imaginée et co-brevetée avec le KTH* puis prototypée à l'EPFL** elle est produite à plus grande échelle pour les premiers essais cliniques par le Leti, qui a amélioré les rendements de production en utilisant sur des wafers de 200 millimètres des procédés mieux stabilisés.

L'aiguille est formée par gravures profondes successives du silicium. Le canal d'injection est d'abord gravé sur la face arrière, puis le corps de l'aiguille est formé sur la face avant. Les deux axes sont décalés de façon à venir créer un trou sur le côté par où s'effectue l'injection du produit.

On crée ainsi environ 1 400 aiguilles par wafer qui sont ensuite découpées et collées sur un injecteur en plastique par un sous-traitant en plasturgie.

*KTH : Royal Institute of Technology, Sweden

**EPFL : École polytechnique fédérale de Lausanne



CONTACTS

www.debiotech.com

ld.piveteau@debiotech.com

www.leti-cea.com

jean-francois.teissier@cea.fr

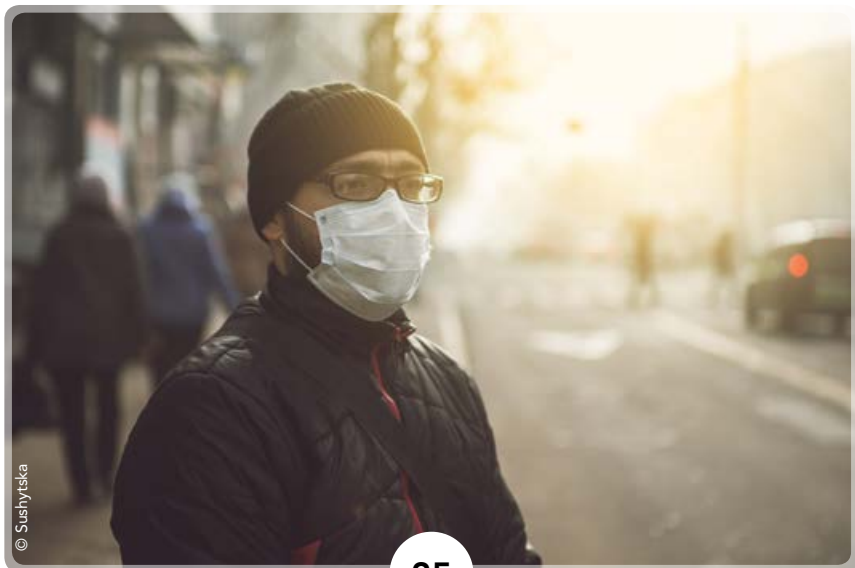
NEW

CAPTEUR DE GAZ MINIATURISÉ

BREVETS
10
DÉPOSÉS

MESURE HYPER-LOCALE ET CONTINUE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Surveiller la qualité de l'air d'un quartier urbain en hyper-local (par exemple, tous les aribus) et en continu ? C'est possible avec les capteurs de gaz miniaturisés eLichens. Basés sur la détection infrarouge, ils sont 4 fois plus petits que les capteurs concurrents et consomment 20 fois moins qu'eux, ce qui permet de multiplier leur nombre sur un site à surveiller. Ils visent aussi les marchés de l'habitat et de l'automobile.

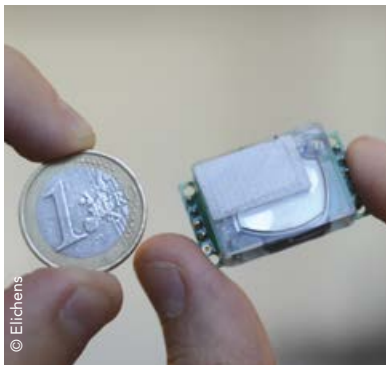


NEW

LA TECHNOLOGIE :

L'innovation ne résidait pas dans la technique de mesure (infrarouge non dispersif) mais dans la capacité d'Elichens et du Leti à miniaturiser le capteur et à réduire sa consommation. Ces objectifs ont été largement atteints. Le prototype le plus récent dépasse à peine le cm^3 ($1,5 \times 1,5 \times 0,5 \text{ cm}$) et consomme seulement 2 mW : une pile suffit pour l'alimenter. La précision de mesure, inférieure à 10 ppm, équivaut à celle de capteurs concurrents et permet de détecter le CO_2 , le CH_4 , le CO et les alcanes.

Clé de ces performances : un émetteur infrarouge réalisé intégralement en technologie MEMS, et dont l'architecture a été optimisée grâce à la modélisation multiphysique. La géométrie de la cellule optique a également fait l'objet d'un design spécifique, afin d'optimiser le couplage source/détecteur. La source infrarouge et le détecteur sont réalisés en fabrication collective (technologies micro-électroniques) : le capteur est produit à un coût très compétitif.



CONTACTS

www.elichens.com

www.leti-cea.com
sergio.nicoletti@cea.fr

CAMÉRA PACS

LES ÉTOILES ET LES GALAXIES OBSERVÉES DEPUIS L'ESPACE

Embarquée sur le satellite Herschel lancé en 2009 par l'ESA, une caméra infrarouge lointain, d'une extraordinaire acuité, scrute l'espace. Sur Terre, elle serait capable de distinguer une ampoule de 100 watts à 300 000 kilomètres de distance !

Sa mission : observer les premiers stades de formation des étoiles et des galaxies, pour mieux comprendre l'origine de l'univers. En quatre ans d'activité, Herschel a fourni 25 000 heures de données à quelque 600 programmes d'observation.



LA TECHNOLOGIE :

Le Leti a développé, pour la caméra Pacs, l'un des trois instruments d'Herschel, un nouveau type de bolomètre dont le nombre de pixels est très supérieur à celui des caméras existantes : 2048 pour la voie « bleue », constituée de huit matrices parfaitement aboutées et 512 pour la voie « rouge » (deux matrices).

Les matrices opèrent à des longueurs d'onde comprises entre 55 et 210 microns, avec une sensibilité record de 10^{-16} W/ $\sqrt{\text{Hz}}$. Une source froide les maintient à 0,3 kelvin.

En collaboration avec l'IRFU,* le Leti a développé une nouvelle technologie silicium adaptée aux spécificités de l'astronomie infrarouge submillimétrique. Parmi les points critiques : la résistance des pixels aux vibrations, la connexion au senseur thermique et l'étalonnage de ce nouveau type de détecteur.

**IRFU : Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers*

CONTACTS

www.esa.int

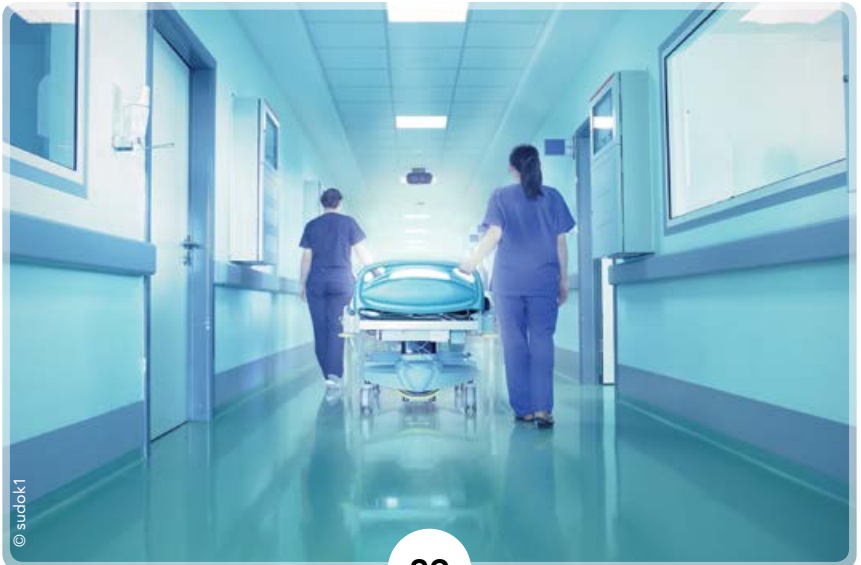
www.leti-cea.com

francois.simoens@cea.fr

FLUOBEAM®

DES TUMEURS EN PLEINE LUMIÈRE

Grâce à une sonde d'imagerie de fluorescence conçue par Fluoptics, une start-up issue du Leti, un chirurgien qui opère une tumeur en cerne les contours en direct à moins d'un demi-millimètre près. Ainsi, l'intervention est plus précise et la marge chirurgicale est optimisée. Toujours avec la sonde de fluorescence, le chirurgien peut mettre en évidence la vascularisation d'un tissu ou l'obstruction d'une veine, par exemple lors d'une intervention sur une sténose et la mise en place d'un pontage coronarien.



LA TECHNOLOGIE :

Le Leti devait résoudre un problème central : le signal lumineux du traceur fluorescent injecté au patient est de l'ordre d'un million de fois plus faible que la lumière d'excitation qui le révèle.

L'élément clé du projet a été la conception et la réalisation du filtrage lumineux. Ce filtrage a été intégré dans une chaîne globale d'acquisition comportant une caméra CCD, un laser de longueur d'onde adapté aux fluorophores à visualiser.

Les premières maquettes du système imposaient de faire l'obscurité pour acquérir l'image de fluorescence. Le Leti a amélioré le filtrage et défini des caractéristiques d'éclairage afin de permettre une parfaite perception des tissus et du système circulatoire, dans l'ambiance lumineuse d'un bloc de chirurgie.



CONTACTS

www.fluoptics.com
odile.allard@fluoptics.com

www.leti-cea.com
jean-marc.dinten@cea.fr

NEW

CAMÉRA THz TZCAM

BIENVENUE DANS LE MONDE DE LA VISION TÉRAHERTZ

La caméra TZCam détecte les fréquences térahertz (0,3-4 THz) situées dans l'infrarouge lointain. Elle voit à travers le papier, le carton, le bois, le plastique ou les tissus. Elle détecte de minuscules objets avec une haute résolution et une sensibilité unique au monde. Elle repère aussi la signature spectrale de nombreux composés tels que drogues ou explosifs. Elle est proposée par la société française I2S.



NEW



LA TECHNOLOGIE :

La TZCam repose sur un imageur térahertz conçu au Leti, sur la base d'une architecture brevetée de bolomètres infrarouge. L'acquisition optique est réalisée par des antennes croisées couplées à une cavité diélectrique quart d'onde.

L'imageur offre une résolution exceptionnelle de 320×240 pixels au pas de $50 \mu\text{m}$. Sa sensibilité est à l'état de l'art mondial : 30 picoWatt de puissance minimale détectable. Il est fabriqué au Leti sur la base d'une technologie CMOS 200 nm. Le rendement de fabrication est élevé, le coût de revient allégé.

La caméra fonctionne à température ambiante puisque ses bolomètres sont destinés au départ à l'infrarouge non refroidi. Elle est ainsi plus compacte ($12,5 \text{ cm} \times 11,5 \text{ cm} \times 6,5 \text{ cm}$), moins chère et plus fiable à long terme.

Jamais l'imagerie térahertz n'avait été aussi performante et aussi accessible. De nombreuses applications s'ouvrent à elle : le contrôle non destructif, la mesure de teneur en eau, la sécurité (les métaux reflètent les ondes térahertz) et la recherche fondamentale.

CONTACTS

www.i2s.fr
v.ruellan@i2s.fr

www.leti-cea.com
nicolas.lioosonshun@cea.fr

LABORATOIRE SUR PUCE

UN LABORATOIRE D'ANALYSE DE 100 CM² ET 50 GRAMMES

Le laboratoire sur puce d'Illumina tient sur une simple table. Pourtant, il est capable de doser, mélanger et rincer les produits, et d'ajouter un réactif comme un « vrai » laboratoire. Il mène des analyses à partir de 300 nanolitres de gouttelettes composées de plusieurs réactifs, soit moins du centième d'une goutte de liquide. Il sert à réaliser les opérations de préparation de l'ADN en amont des étapes de séquençage nouvelle génération sur les plates-formes Illumina.



LA TECHNOLOGIE :

Le laboratoire sur puce développé par le Leti et Illumina, suite à l'acquisition d'Advanced Liquid Logic, partenaire en R&D du Leti, se base sur une méthode innovante, appelée l'électromouillage, capable de déplacer et de mélanger les liquides et les réactifs sans pompes ni vannes.

Des forces électriques déplacent les microgouttes à la vitesse et à l'endroit souhaités, en activant une électrode sous chaque goutte. Cette technique permet une automatisation et une extrême miniaturisation des systèmes.

Illumina et le Leti ont déposé de nombreux brevets sur l'électromouillage. Ils se sont naturellement rapprochés pour améliorer les performances de ce laboratoire sur puce, en travaillant de concert pour accroître ses niveaux de fiabilité tout en réduisant les coûts.



CONTACTS

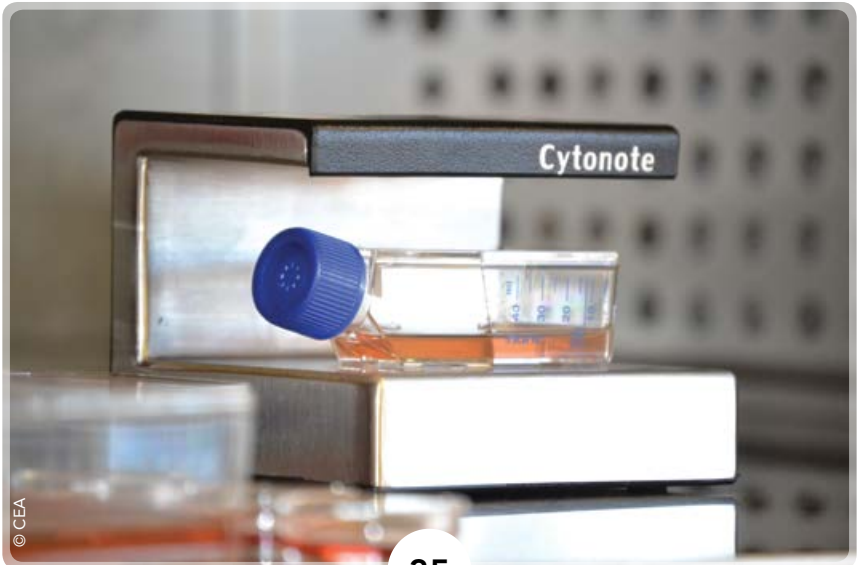
www.illumina.com
arival@illumina.com

www.leti-cea.com
olivier.fuchs@cea.fr

CYTONOTE

PLUS DE 20 000 CELLULES EN UN SEUL COUP D'ŒIL

Compatible avec n'importe quelle flasque, ce mini microscope localisable directement dans l'incubateur enregistre des images, réalise des films et caractérise la culture cellulaire : vitesse de division, viabilité, migration et comptage sur de longues périodes. Un simple coup d'œil sur écran permet de suivre jusqu'à 20 000 cellules grâce à un capteur de 29,4 mm². Cette technologie à bas coût séduit également pour sa forme ultra-compacte et robuste.





LA TECHNOLOGIE :

Le Cytonote, développé en partenariat avec Iprasense, propose un grand champ de vision de 29,4 mm², soit plusieurs milliers de cellules par image. Chaque mini lecteur est équipé de LEDs et de capteurs CMOS qui traquent et enregistrent sous forme de vidéos l'activité et l'évolution des cultures cellulaires sans marquage. Aucun ajustement ni aucune configuration n'est requis, les algorithmes conçus par les chercheurs du Leti s'occupent de tout.

Le Leti a développé une technologie d'imagerie sans lentille pour augmenter le champ visuel par dix par rapport au microscope. Les images exploitables à l'écran sont obtenues grâce à une reconstruction holographique. La lumière émise par une LED, diffractée par les cellules, dessine un motif hologramme enregistré par les capteurs CMOS. Pour reconstruire les images obtenues à partir de ces *patterns* de diffraction, les chercheurs ont développé des algorithmes holographiques.

Économique et ergonomique, son format de 132 cm² s'adapte à toutes les surfaces de travail. Très pratique, le Cytonote fonctionne avec n'importe quel support de culture et offre une image nette et très contrastée.

CONTACTS

www.iprasense.com
gesteban@iprasense.com

www.leti-cea.com
olivier.fuchs@cea.fr

SLATE

L'ARDOISE NUMÉRIQUE INTELLIGENTE

Pas question pour vous d'abandonner le papier-crayon... Et pourtant le numérique vous tente ? Cette ardoise est faite pour vous ! Travaillez sur du vrai papier et conservez le geste naturel en ajoutant une bague magnétique à votre outil de dessin préféré (crayon, feutre, etc.). La Slate numérise instantanément tous vos tracés. Une fois exportées, sublmez vos créations grâce à la puissance des outils numériques puis partagez en ligne.

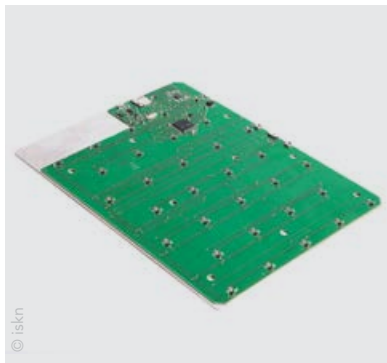


LA TECHNOLOGIE :

Pour donner une existence numérique aux créations manuscrites, la start-up ISKN s'est associée au Leti, expert depuis 70 ans en magnétisme. Le concept de la Slate est simple, une bague aimantée à enfiler sur n'importe quel stylo génère un champ magnétique traqué par une matrice de 32 magnétomètres.

Pour donner naissance à cette technologie de rupture, ISKN et le Leti ont travaillé de concert sur la modélisation magnétique de la bague et sur les algorithmes de traitement du signal : ils permettent de suivre la position 3D et l'orientation de la bague, en temps réel, avec une excellente précision. Cette précision est aussi rendue possible grâce à la technique de calibration des magnétomètres dédiée.

La Slate fonctionne hors ligne et de manière autonome grâce à une batterie longue durée (10 h) et à son espace de stockage (400 000 pages). Une connexion USB ou sans fil (BLE) permet de transférer les créations ou notes numérisées vers un ordinateur ou une tablette et le logiciel Imagink, créé par ISKN, propose une palette d'outils de retouche (recadrage, modification des couleurs, mines etc.). La Slate compte aujourd'hui un portefeuille de 20 brevets ISKN et Leti.



CONTACTS

www.iskn.co

jean-luc.vallejo@iskn.com

www.leti-cea.com

martin.gallezot@cea.fr



GAMME DE PNEUS POUR POIDS LOURDS

CES PNEUS-LÀ ONT DE LA MÉMOIRE !

Ne vous arrêtez pas à leur apparente simplicité : les pneus, et particulièrement les pneus pour poids lourds, sont des objets de haute technologie, capables de supporter des efforts de plusieurs tonnes pendant des centaines de milliers de kilomètres. Michelin vient encore d'y ajouter un perfectionnement : une mémoire insérée dans la gomme enregistre toute l'histoire du pneu, de la date et du lieu de fabrication jusqu'aux opérations de maintenance et de rechapage.





LA TECHNOLOGIE :

Cette mémoire est une étiquette RFID, comme on en trouve sur les colis stockés en entrepôt ou sur certains produits en supermarché. Toute la difficulté est de la faire fonctionner dans la structure du pneu, malgré la carcasse métallique qui perturbe l'émission radio, malgré les distorsions à chaque tour de roue qui tordent le boîtier, malgré les chocs, les écarts de température été-hiver, etc.

Le Leti et Michelin ont mis six ans à optimiser les performances radio de cette étiquette RFID. Ils ont testé au total 50 000 pneus, sur six milliards de kilomètres. Michelin est le premier fabricant de pneumatiques au monde à lancer cette innovation.



CONTACTS

www.michelin.com

www.leti-cea.com
martin.gallezot@cea.fr

MARYLAND

UN MICRO-ÉCRAN OLED DE HAUTE DÉFINITION

En 2012, le Panasonic Lumix GH3 était le premier appareil photo réflex disposant d'un viseur électronique équipé de la technologie Maryland WVGA, lui octroyant une résolution deux fois supérieure aux autres écrans et une consommation réduite par deux. Cette évolution technique s'étend peu à peu à tous les appareils photo réflex, dont les viseurs optiques sont progressivement remplacés par des micro-écrans électroluminescents (OLED) de moins d'un demi pouce de diagonale. De nouveaux produits adressant différentes applications Wioming SXGA, Cézanne XGA disposant d'une interface « plug and play ».



LA TECHNOLOGIE :

La société MicroOLED travaille avec le Leti sur ces micro-écrans OLED. Leur fabrication, particulièrement délicate, se déroule en salle blanche sur des équipements de l'industrie microélectronique. C'est là qu'ont été développés les micro-écrans OLED Maryland.

La couche active en matériaux semi-conducteurs organiques, d'une épaisseur de moins de 100 nanomètres, est protégée par une couche transparente d'encapsulation. Des filtres colorés transforment à l'échelle du pixel sa lumière d'émission (blanche) pour créer une image couleur haute résolution. Le tout est protégé mécaniquement par un capot de verre collé.

Le procédé de fabrication a été mis au point en salle blanche sur des tranches de silicium 200 mm, à raison d'une centaine d'écrans par tranche. Ce procédé a ensuite été fiabilisé : il est assez robuste et compétitif pour obtenir des coûts unitaires d'écrans compatibles avec des applications grand public (appareils photo réflex, lunettes vidéo, applications en santé ou en sécurité).



CONTACTS

www.microoled.net
info@microoled.net

www.leti-cea.com
stephanie.le-calvez@cea.fr

NEW

CAPTEUR PHOTOACOUSTIQUE MULTIGAZ



UNE ANALYSE MULTIGAZ HAUTE PRÉCISION DANS 100 CM³

Méthane, NO₂, NH₃, NO, N₂O, émissions gazeuses de drogues ou d'explosifs... L'analyseur multiSense peut détecter de très nombreux gaz en temps réel, avec une excellente sélectivité et une précision à l'état de l'art. Pourtant, son volume ne dépasse pas celui d'un paquet de mouchoirs ! Portatif et compétitif, il est destiné à des applications industrielles : contrôle de procédé, assurance qualité, surveillance de l'environnement etc.



NEW



LA TECHNOLOGIE :

MultiSense fait chanter les gaz grâce à la photo-acoustique laser, association dont le coût et l'encombrement font habituellement un objet de laboratoire. Le capteur opère dans le moyen infrarouge (3 à 12 μm) et associe un laser à cascade quantique multi longueurs d'onde en matériaux III-V brevetés, un microphone et un combineur photonique en technologie silicium basée sur une plateforme optique innovante du Leti aux performances records.

MirSense et le Leti ont également remplacé le volumineux microphone classique par un microphone MEMS de 10 mm^3 qui autorise une réduction d'échelle spectaculaire de tous les composants. La majorité d'entre eux sont fabriqués en semi-conducteur, d'où un coût final très compétitif et une capacité unique de montée en volume. L'analyseur obtient ainsi une limite de détection extrêmement basse, de l'ordre de quelques ppb pour les versions de haute précision.

Chaque analyseur multiSense peut détecter plusieurs espèces différentes simultanément en temps réel. La consommation totale du capteur va de quelques W quelques dizaines de W.



CONTACTS

www.mirsense.com
mathieu.carras@mirsense.com

www.leti-cea.com
sergio.nicoletti@cea.fr

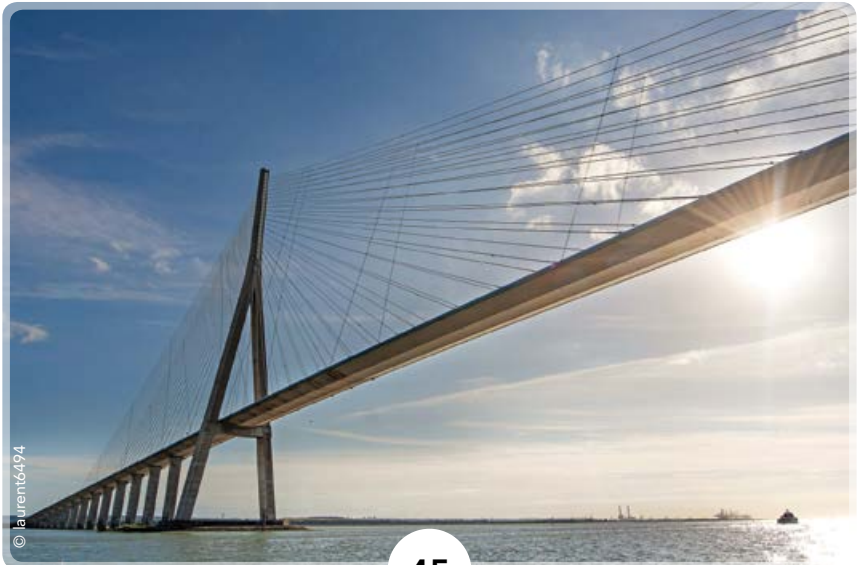
NEW



MORPHOSENSE

SURVEILLANCE D'OUVRAGES D'ART

Grâce aux réseaux d'accéléromètres MEMS de Morphosense et à leurs algorithmes de traitement, il est désormais possible de suivre les vibrations et déformations d'un ouvrage d'art avec une précision de 0,1 millimètre par mètre. Sur la tour Eiffel, deux semaines ont suffi pour expliquer un phénomène structurel ponctuel. Un pont, un barrage, un tunnel peuvent être instrumentés « à vie » pour rendre leur maintenance plus efficace et moins chère.



NEW



LA TECHNOLOGIE :

La solution Morphosense s'appuie pour partie sur 10 ans de R&D en capture du mouvement du Leti. Elle utilise des méthodes mathématiques brevetées sur la reconstitution de la forme d'un ouvrage, à partir des données tangentielles d'un réseau de capteurs MEMS répartis.

Plusieurs centaines de capteurs peuvent être déployés, pour instrumenter des ouvrages d'art de toutes formes jusqu'à plusieurs centaines de mètres de longueur. Ce réseau de capteurs est piloté par un nœud-maître qui centralise et synchronise les données, puis les transmet à un serveur de calcul qui héberge les algorithmes brevetés. Une interface personnalisée fournit à l'exploitant les données dont il a besoin : convergence, déflexion, torsion, courbure, vibrations, chocs, analyse modale et spectrale...

Les accéléromètres MEMS sont rapportés en surface de la structure à surveiller. Ils peuvent donc être déployés bien après la construction, pour une intervention ponctuelle ou une surveillance pérenne. Les bénéfices pour l'exploitant : une meilleure gestion des risques grâce à l'analyse précise du comportement de la structure, et des coûts de maintenance qui peuvent être réduits d'un facteur 4 à 10 s'ils sont correctement anticipés.

CONTACTS

www.morphosense.com
alexandre.paleologue@morphosense.com

www.leti-cea.com
malvina.billeres@cea.fr

DÉTECTEURS SPECTROMÉTRIQUE ME100

UN CONTRÔLE DES BAGAGES PLUS RAPIDE ET PLUS FIABLE

Ces prochaines années, les files d'attente au contrôle des bagages des aéroports pourraient se réduire fortement. La société MultiX a mis au point un système de détection qui identifie matériaux et objets douteux avec une fiabilité élevée. Plus besoin d'ouvrir de nombreux sacs et mallettes à titre de précaution : l'œil du détecteur les scrute comme s'ils étaient ouverts.



LA TECHNOLOGIE :

Les systèmes de contrôle actuels soumettent les bagages à des rayons X et « lisent » ces rayons X avec deux détecteurs, un pour les photons X de hautes énergies, un pour les photons de basses énergies. Dans le nouveau système de contrôle, ils sont remplacés par un détecteur dit « spectrométrique », qui compte et mesure l'énergie de tous les photons : l'information est plus riche, l'analyse plus fouillée, la capacité de discrimination plus élevée.

Le Leti s'est appuyé sur son savoir-faire en radiographie médicale, secteur pour lequel il a développé une expertise en mesure spectrométrique des rayonnements X et gamma et en traitement de l'information associée pour une meilleure discrimination.

Le système MultiX utilise un détecteur et une chaîne de traitement de l'information spécifiques, conçus pour le contrôle des bagages.



CONTACTS

www.multixdetection.com
contact@multixdetection.com

www.leti-cea.com
loick.verger@cea.fr

CONDENSATEUR MINIATURE

UN CONDENSATEUR MINIATURE POUR VEILLER SUR LE CŒUR

Les derniers condensateurs de Murata battent tous les records de miniaturisation (quelques millimètres carrés), de stabilité et de fiabilité, pour les besoins d'une fonction vitale : ils équipent des pacemakers, et garantissent que le cœur du patient implanté reçoit un signal électrique parfaitement régulier. Autre application : la stimulation cérébrale profonde de patients atteints de la maladie de Parkinson.

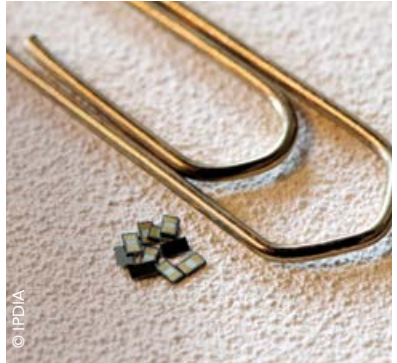


LA TECHNOLOGIE :

Le Leti a contribué à la miniaturisation du condensateur en travaillant avec les équipes de Murata, pour substituer au diélectrique d'origine un matériau avec une constante diélectrique ϵ trois fois plus élevée. Toutefois, ce nouveau matériau ne pouvait supporter des températures supérieures à 400 °C (contre 800 °C précédemment) et plusieurs étapes du procédé ont été modifiées en conséquence.

La gravure du diélectrique, son dépôt par procédé ALD* et la mise au point de couches barrière ont été les étapes majeures du projet. De plus, il fallait déposer le nouveau matériau dans des structures 3D ayant un rapport de forme hors normes ; le Leti s'est tourné vers l'un de ses partenaires, l'institut allemand Fraunhofer. Le condensateur atteint une capacité record de 500 nF / mm².

*Dépôt de couches minces atomiques



CONTACTS

www.murata.com
laetitia.omnes@murata.com

www.leti-cea.com
christophe.billard@cea.fr

NEW



ACCÉLÉROMÈTRE HARMENS

POUR DES VOITURES VRAIMENT PLUS SÛRES

Pourquoi un airbag se déclenche-t-il en cas de collision, et non quand on roule sur un chemin cahoteux ou qu'on claque violemment une portière ? Réponse : parce qu'il est équipé d'un accéléromètre qui donne l'alerte à bon escient, en écartant les vibrations induites par les événements anodins... L'accéléromètre Harmens de NXP fait figure de référence sur ce marché. À ce jour, il a été produit à plus de 350 millions d'exemplaires.



© Dmitry Vereshchagin

NEW

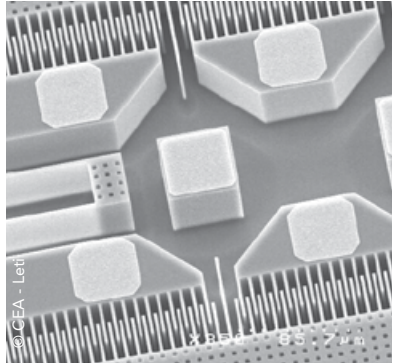


LA TECHNOLOGIE :

NXP et le Leti collaborent depuis 2001 et plusieurs générations d'accéléromètres Harmens se sont succédées au fil des années. Leurs atouts de base n'ont pas changé : un excellent ratio signal/bruit et une réponse mécanique sur-amortie qui garantissent leur immunité vis-à-vis des vibrations propres aux habitacles automobiles, une grande fiabilité et un faible prix de revient.

Alors que la plupart des MEMS sont constitués de couches minces et ne dépassent pas 3 μm d'épaisseur, Harmens est réalisé par un autre procédé et affiche 25 μm . En creusant le silicium, il devient possible de dégager une masse mobile de taille significative, et donc de détecter les accélérations avec une meilleure sensibilité. De plus, Harmens est constitué de silicium monocristallin. Ce matériau pur à plus de 99,99 % garantit des propriétés mécaniques parfaitement reproductibles, clé de la fiabilité du capteur.

Harmens a été conçu dès le départ pour être fabriqué en grand volume. Le Leti a accompagné le transfert de chaque nouvelle génération sur les lignes de production de NXP.



CONTACTS

www.nxp.com

www.leti-cea.com

jean-philippe.polizzi@cea.fr

BACKHAUL/FRONTHAUL EN BANDE V

COMMUNICATION POINT-À-POINT TRÈS HAUT DÉBIT POUR LA 5G

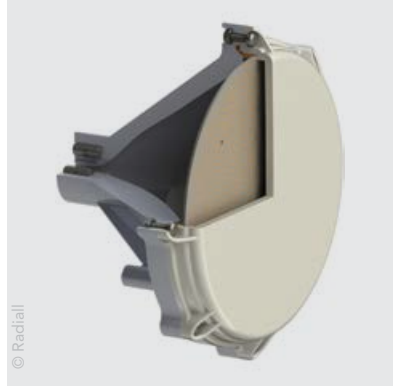
Hâte de satisfaire ce monde moderne gourmand en débit ? Destinés au marché des futurs réseaux de communication 5G, ces antennes à bas coût s'intègrent en toute facilité et peuvent être adaptées de multiples façons au système backhaul. Discrètes, elles s'invitent dans n'importe quelle plate-forme (bâtiments, lampadaires...) afin d'implémenter des liens point-à-point avec des débits atteignant 20 Gb/s ! De quoi couvrir tous les besoins d'un marché émergent riche en nouvelles applications.



LA TECHNOLOGIE :

Le Leti, fort de son savoir-faire en technologie radiofréquence et conception d'antenne, travaille en partenariat avec Radiall sur le développement de technologies pour les systèmes d'antennes Wireless Backhaul et Fronthaul depuis 2014. Ces réseaux de communication nécessitent l'implémentation de liens point-à-point ou backhaul à très haut débit (de 1 à 20 Gb/s) aux fréquences millimétriques. L'utilisation d'antennes à fort gain permet notamment de compenser les pertes de propagation. Réalisées avec des circuits imprimés, ces antennes à réseaux transmetteurs constituent une solution économique, efficace, robuste et fiable pour répondre à l'explosion des échanges de données.

Une source focale en plastique métallisé illumine une structure planaire métallo-diélectrique (100 mm de diamètre) composée de 1 264 cellules élémentaires qui focalisent le rayonnement dans un angle solide de l'espace, comme le fait une lentille en optique. L'antenne présente un faisceau fixe et étroit qui permet de transmettre les informations d'un point à un autre avec un gain supérieur à 31 dBi sur la bande 57-66 GHz. Grâce à sa profondeur relativement faible (85 mm) et son système focal conformé, cette antenne peut être facilement intégrée dans les systèmes backhaul. Pour atteindre des niveaux de gain encore plus élevés, réduire l'épaisseur et rendre cette antenne pilotable en rayonnement, les chercheurs du Leti continuent leurs développements.



CONTACTS

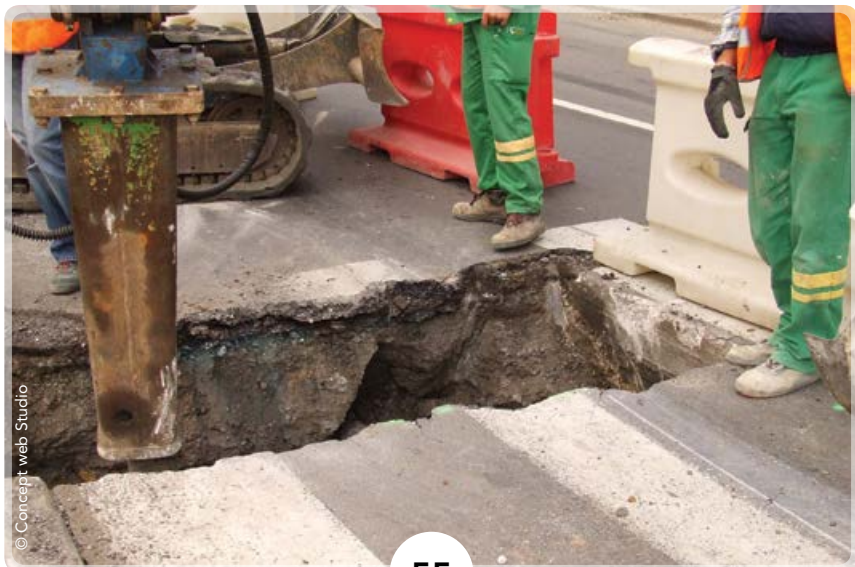
www.radiall.com/products/antennas
vincent.eudeline@radiall.com

www.leti-cea.com
martin.gallezot@cea.fr

ELIOT

LA CANALISATION QUI SIGNE SA POSITION

Chaque année en France, des milliers de canalisations (eau, gaz) sont arrachées lors de travaux : leur position exacte est mal connue. Ce scénario peut désormais être évité : la société Ryb propose une canalisation intelligente équipée d'une puce RFID, qui peut signaler sa position au centimètre près jusqu'à 1,50 mètre de profondeur. Elle mémorise des informations telles que le type de canalisation (eau, gaz) sa date de fabrication, son numéro de série, son diamètre, etc.





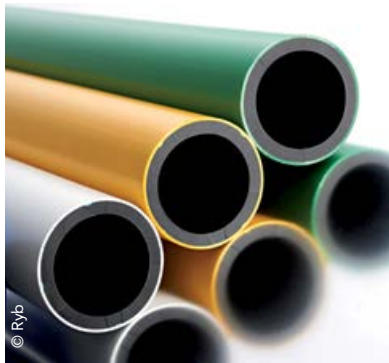
LA TECHNOLOGIE :

Le système Eliot, développé avec le Leti, comprend des tags RFID insérés à intervalles réguliers dans l'épaisseur des tubes lors de leur fabrication, et un lecteur-détecteur pour lire les informations codées sur les puces depuis la surface du sol.

La RFID est conçue au départ pour des applications de traçabilité. Il a fallu l'adapter pour assurer la détection et la localisation à travers le sol, dans toutes les conditions de terrains.

Malgré la diversité de configurations, la transmission est parfaitement robuste. Elle s'appuie sur un design d'antenne breveté et une transmission à 13,56 MHz. L'étiquette RFID résiste par ailleurs aux températures atteintes lors de l'extrusion du tuyau.

Cette technologie de canalisation communicante est une première mondiale.



CONTACTS

www.ryb.fr

marc.palomares@ryb.fr

www.leti-cea.com

martin.gallezot@cea.fr

CAPTEURS DE VIBRATION

À LA RECHERCHE DES GISEMENTS PÉTROLIERS

Les géophones de Sercel aident les compagnies pétrolières à déterminer les zones les plus favorables pour mener des forages de prospection. Leurs capteurs de vibration, 10 000 fois plus sensibles que ceux qui équipent nos smartphones, sont placés par milliers sur la zone à explorer. Les ondes acoustiques émises par des camions vibrateurs qui se propagent dans le sous-sol, sont réfléchies à des profondeurs de plusieurs kilomètres puis mesurées en surface jusqu'à dix kilomètres de distance. Les différents temps de trajet sont calculés et permettent de déduire la structure et la nature du sous-sol.

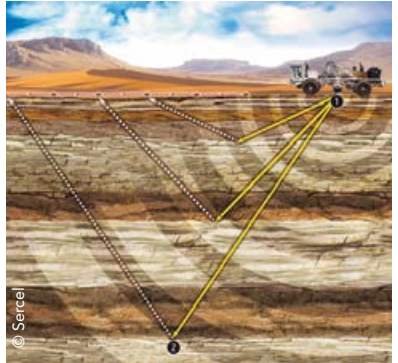




LA TECHNOLOGIE :

Les géophones sont habituellement analogiques et composés d'une bobine mobile autour d'un aimant. En 1996, le Leti les a entièrement repensés avec Sercel pour les remplacer par un capteur miniaturisé sur silicium. Depuis, leurs performances ont été continuellement améliorées pour les maintenir au meilleur niveau mondial.

Une structure mobile suspendue de quelques millimètres carrés, comprenant un réseau de doigts intercalés entre des doigts fixes, est soumise à l'accélération. Le faible déplacement résultant (quelques millièmes de millimètres) est mesuré par détection capacitive et compensé par rétroaction. Cette structure est scellée sous vide poussé car la sensibilité est telle que l'impact des molécules d'air serait visible. Le géophone atteint ainsi une résolution de 15 nano g/ $\sqrt{\text{Hz}}$ et une dynamique de 130 décibels.



CONTACTS

www.sercel.com

jerome.laine@sercel.com

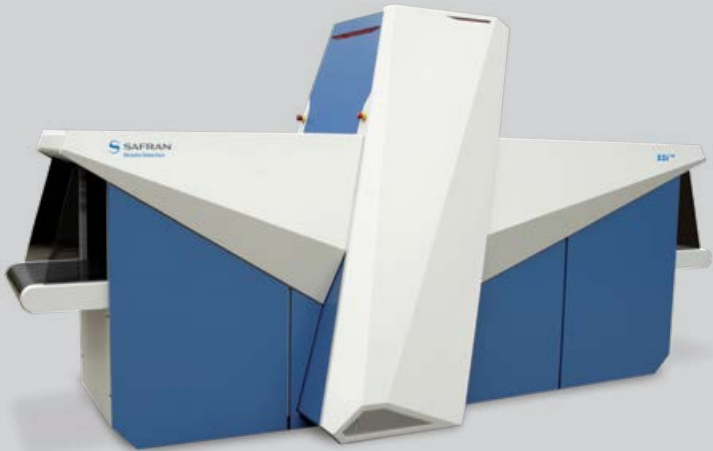
www.leti-cea.com

stephane.fanget@cea.fr

SCANNER À DIFFRACTION DE RAYONS-X

AÉROPORTS : UN CONTRÔLE PLUS RAPIDE ET PLUS FIABLE

À l'avenir, il sera possible d'embarquer dans un avion avec sa bouteille d'eau ! Les nouveaux scanners développés par Smiths detection permettent en effet d'identifier les liquides dans les bagages au moment du contrôle. Plus précis que les scanners actuels, ces nouveaux équipements devraient en outre réduire l'attente au contrôle de sûreté en générant quatre fois moins de fausses alarmes et d'autant moins de fouilles manuelles des bagages !

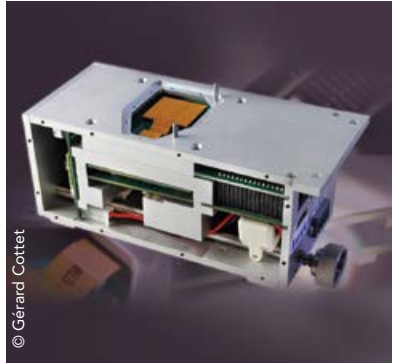


LA TECHNOLOGIE :

Le scanner de Smiths Detection utilise la technologie de diffraction de rayons X. Il est constitué d'une pluralité de détecteurs à base de semi-conducteur fonctionnant à température ambiante mis au point par le Leti. Protégés par une dizaine de brevets, ces derniers combinent un détecteur Cd(Zn)Te et un circuit de lecture CMOS qui compte et mesure les énergies de chaque photon.

Smiths Detection lui a associé une méthode d'exploitation du signal multi-énergies pour remonter jusqu'à la structure moléculaire du matériau à partir de l'analyse des photons diffractés, ce qui permettra de l'identifier.

Grâce à cette identification unique des matériaux, le système proposé par Smiths Detection permettra de réduire drastiquement le taux de fausse alarme.



CONTACTS

www.smithsdetection.com

www.leti-cea.com
loick.verger@cea.fr

IMAGEURS INFRAROUGES

VISION INFRAROUGE : DÉFENSE, SPATIAL, INDUSTRIE...

Les matrices d'imageurs infrarouges de la société Sofradir n'ont pas leur pareil pour détecter le rayonnement infrarouge émis par tout corps et objets chauds. Sensibles à quelques photons, rapides et adaptables à toutes les bandes d'intérêt de l'infrarouge (du proche au lointain infrarouge), ils sont très prisés dans les systèmes militaires de vision nocturne, les satellites météorologiques, les sondes spatiales et les applications de contrôle industriel.



LA TECHNOLOGIE :

Sofradir travaille depuis plus de 30 ans avec le Leti sur ces matrices d'imagerie infrarouge très haute performance, capable de mesurer des changements de température infimes ($< 0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$) et sensibles dans des gammes de longueur d'onde allant du visible à l'infrarouge très lointain ($> 18\text{ }\mu\text{m}$). Au cœur de l'innovation, un alliage semiconducteur unique de mercure, cadmium et tellure (MCT) : il a fallu comprendre ses propriétés fondamentales, maîtriser sa fabrication et son dopage, développer les technologies permettant de réaliser des matrices de détecteurs et les l'améliorer d'une génération à l'autre pour rendre les détecteurs plus performants.

Sofradir est aujourd'hui le leader mondial pour la fabrication et la vente de ces détecteurs infrarouges haute performance dits « refroidis » car ils fonctionnent à des températures de l'ordre de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$. De nouvelles améliorations sont constamment à l'étude : réduire encore la taille des pixels sans perdre en sensibilité de détection ; détecter un signal à partir d'un seul photon par pixel, concevoir des matrices qui fonctionnent à températures toujours plus élevées pour gagner en compacité, poids et consommation, réaliser des très grands plans focaux de plusieurs millions de pixels pour les besoins des grands télescopes scientifiques, etc.



CONTACTS

www.sofradir.com
sales@sofradir.com

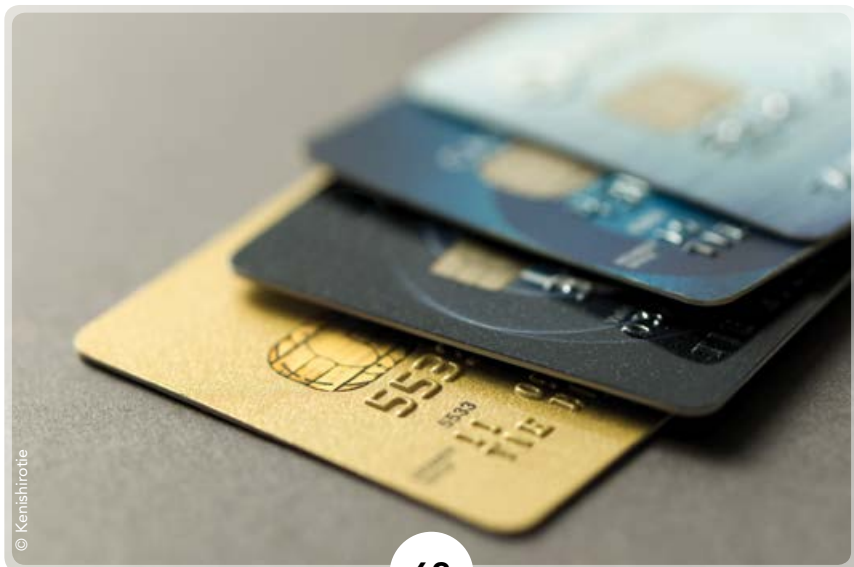
www.leti-cea.com
pierre.castelein@cea.fr

NEW

MODULE SANS CONTACT

SANS CONTACT, MAIS PAS SANS SÉCURITÉ

Concepteur de puces sécurisées pour la téléphonie, le paiement, l'identification et l'industrie, StarChip propose notamment à ses clients des modules sans contact rapides, sûrs et d'une grande durée de vie. Grâce à un business modèle original de type « fabless », StarChip dispose de solutions aussi performantes que compétitives.



NEW



LA TECHNOLOGIE :

Afin d'enrichir son offre cartes à puces avec une technologie sans contact, StarChip s'est tournée vers le Leti pour profiter de son expertise de plus de 10 ans dans les technologies RFID. Une fonction analogique d'interface compatible ISO-14443 type A a été développée en partenariat entre le Leti et StarChip sur un procédé de fabrication CMOS 110 nm. Elle supporte des débits jusqu'à 848 kb/s. Le Leti a transféré cette technologie et les compétences associées à StarChip, désormais autonome pour l'intégrer aux puces sécurisées de son offre.

En RFID, les signaux échangés servent à la fois à alimenter le circuit et assurer la communication bidirectionnelle des données cryptées entre la puce et lecteur. L'expertise du Leti a été indispensable pour réaliser une fonction robuste et compatible avec des normes exigeantes, alors que les conditions de fonctionnement du circuit sont extrêmement variables et irrégulières.

CONTACTS

www.starchip-ic.com

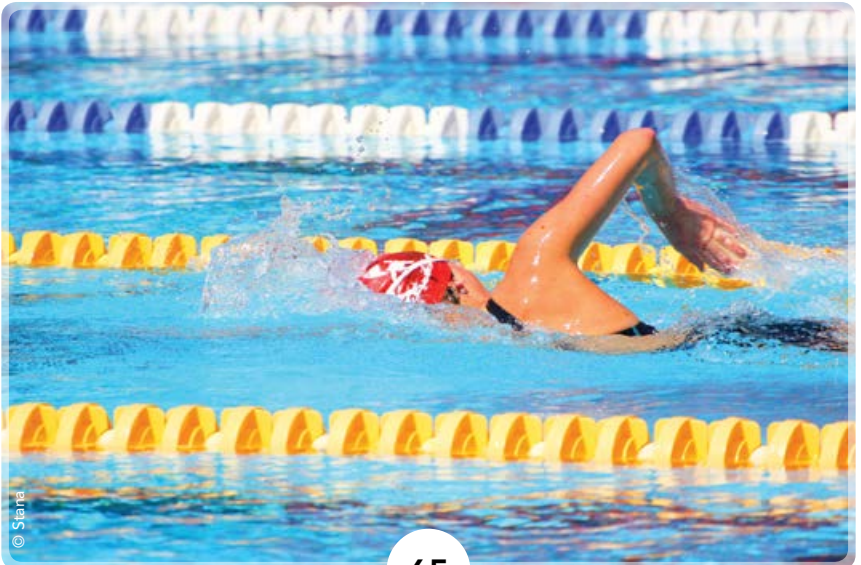
www.leti-cea.com

michel.durr@cea.fr

MP3 COMPTEUR DE DISTANCE

NAGEZ EN MUSIQUE, NAGEZ SANS COMPTER

Les nageurs qui alignent les longueurs en piscine trouveront deux avantages au MP3 Nabaiji, produit commercialisé par le groupe Oxylane dans leurs magasins Décathlon, sous la Marque Passion Nabaiji : ils n'ont pas à calculer la distance parcourue car un système de détection des demi-tours s'en charge et ils peuvent pratiquer leur sport favori en musique. En prime, le MP3 enregistre la durée de séance souhaitée : à l'heure voulue ou quand le nombre de longueur choisi est atteint, la musique s'arrête.



LA TECHNOLOGIE :

Le Leti et le List ont collaboré avec une start-up spécialisée dans la détection du mouvement, Movea (rachetée par TDK), pour mettre au point le système de détection des demi-tours. De nombreux capteurs peuvent être utilisés, en particulier des accéléromètres, des magnétomètres ou des gyromètres.

Il a fallu développer des algorithmes peu gourmands en énergie (pour ménager la batterie) et assez performants pour bien interpréter les signaux des capteurs. Pour cela il fallait être capable de différencier les demi-tours des mouvements de la nage quelles que soient l'orientation de la piscine par rapport au nord, l'orientation du capteur sur la tête du nageur, le style de nage et le niveau du nageur. En travail conjoint avec les concepteurs du produit Nabaiji, les travaux communs de TDK, du Leti et du List ont abouti à un équipement innovant qui se distingue en particulier par sa fiabilité : la distance affichée correspond vraiment à la distance parcourue. Et le sportif nage enfin l'esprit libre ! À ce jour c'est un produit unique sur le marché, qui allie le plaisir de l'écoute musicale et l'objectivation des performances.



CONTACTS

www.tdk.com

www.leti-cea.com
martin.gallezot@cea.fr

MORPHOPIPE

SYSTÈME DE SURVEILLANCE EMBARQUÉ POUR FLEXIBLES

La vie d'un flexible en mer n'a plus aucun secret ! Du moins, sur les 30 premiers mètres les plus critiques grâce à une série de capteurs embarqués qui analysent en permanence les déformations de la zone la plus soumise aux sollicitations dynamiques. Ce système a pour objectif d'améliorer la gestion de l'intégrité du flexible tout au long de sa vie, et par la même occasion, prévenir les marées noires.

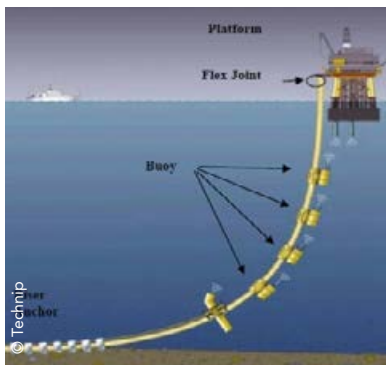


LA TECHNOLOGIE :

Pour optimiser la durabilité, réduire les coûts de maintenance et de remplacement et prévenir les problèmes écologiques, Technip a souhaité fournir des équipements de surveillance sur ses équipements installés en mer. Leader mondial de l'ingénierie et des technologies pour l'industrie du pétrole, Technip a choisi de travailler avec le Leti pour ses compétences en modélisation mathématique et technologies MEMS.

Les chercheurs du Leti ont développé un instrument de mesure appelé Morphopipe composé de capteurs MEMS de type accéléromètres, intégrés dans le flexible lors de sa fabrication. Le Leti est intervenu notamment sur le choix des capteurs, la mise en réseau et la réalisation de l'architecture système. Un travail conjoint sur le comportement des conduites flexibles a permis au Leti de mettre au point un algorithme mathématique spécifique pour déterminer la courbure et traquer les déformations.

Parallèlement, les problématiques de fiabilité, d'intégration et de calibration des capteurs ont donné lieu à un programme pluriannuel d'études et de tests menés conjointement. Le projet Morphopipe a obtenu au sein de TECHNIP le premier prix du Groupe d'innovation en 2016 (Prix Franquelin).



CONTACTS

www.technip.com
odelcroix@technip.com

www.leti-cea.com
malvina.billeres@cea.fr

CLIINK®

LE CONTENEUR INTELLIGENT QUI RÉCOMPENSE LE TRI

Intelligent, autonome, incitatif et bon marché... Ce conteneur équipé de la box Cliiink® a tout pour plaire. Ses capteurs ultra résistants vérifient la nature et la taille des déchets déposés. Et surtout, l'appli Cliiink® ou la carte sans contact permet à l'utilisateur d'obtenir des bons d'achats personnalisés. Côté maintenance, le taux de remplissage envoyé tous les soirs permet d'optimiser les tournées. Tout le monde y gagne, même la Terre !



NEW



LA TECHNOLOGIE :

Pour récompenser le geste éco-responsable, le Leti et Terradona ont identifié et orchestré un panel de capteurs low cost, capables d'opérer dans un environnement hostile et parfois isolé, aussi bien sur des conteneurs aériens qu'enterrés. Pour caractériser les déchets de verre, cette combinaison de capteurs notamment MEMS discrimine le verre, identifie la taille et le nombre de déchets tout en garantissant une consommation énergétique minimale. Des algorithmes de traitement sophistiqués leurs sont associés et permettent de caractériser l'objet avec une grande fiabilité. Afin de générer les signaux appropriés, la partie mécanique du système a également fait l'objet d'une étude approfondie.

Le Leti a développé la fonction de communication avec le smartphone en *Bluetooth LowEnergy*. Pour que l'utilisateur soit récompensé à sa juste contribution, les données obtenues à partir des signaux sont transmises sur un serveur centralisé pour être converties en bons-cadeaux grâce à l'appli Cliiink® ou l'interface web sécurisée.

Le niveau de remplissage du conteneur est aussi mesuré chaque jour et parvient au technicien sur l'interface web « pro » par lien radio cellulaire embarqué sur la carte du module Cliiink®.



CONTACTS

www.terradona.com
mathieu.oliveri@terradona.com

www.leti-cea.com
martin.gallezot@cea.fr

CAPTEURS DE PRESSION ABSOLUE

ALTITUDE 2 000 PIEDS, VITESSE DE VOL 207 KM/H

Comment mesurer l'altitude et la vitesse de vol d'un hélicoptère ? Grâce à des capteurs de pression absolue ! Ceux proposés par Thales se distinguent par leur incroyable niveau de précision : 0,05 % quoi qu'il arrive. Alors que la vie à bord d'un hélicoptère est loin d'être de tout repos : vibrations, chocs à l'atterrissage, températures pouvant varier de - 40 °C à + 200 °C, fortes accélérations lors des changements de cap...



LA TECHNOLOGIE :

Les capteurs de pression tout silicium du Leti ont remplacé les capteurs à membrane métallique, plus encombrants et plus sujets aux dérives. À l'inverse, le silicium cristallin offre d'excellentes performances mécaniques et une meilleure stabilité en température.

Un principe de détection a été optimisé pour répondre aux exigences de performances et de tenue en température : des jauges de contrainte piézorésistives sur isolant mesurent la déformation d'une membrane soumise, sur l'une de ses faces, à une pression de référence. Les jauges sont gravées dans un substrat SOI (silicium sur isolant). La couche d'oxyde de silicium située sous les jauges empêche les courants de fuite, contribuant ainsi à la stabilité en température.

Ce capteur de pression absolue a été qualifié pour un usage aéronautique. Développé en 1998, il reste aujourd'hui au meilleur niveau du marché.



CONTACTS

www.thalesgroup.com
olivier.lefort@thalesgroup.com

www.leti-cea.com
julien.arcamone@cea.fr

SWITCHES MEMS RF

DES MICRO-SWITCHES DANS L'ESPACE !

Les commutateurs, ou switches, ont de nombreuses fonctions dans les satellites comme, par exemple, assurer le basculement d'un circuit à un autre en cas de panne du premier. Thales Alenia Space envisage d'intégrer dans ses produits une nouvelle génération de switches dix fois plus petits que les commutateurs actuels. Testés au sol pendant un an, plusieurs exemplaires ont été envoyés dans l'espace début 2014 pour y subir des tests de fiabilité pendant... 15 ans ! Les résultats obtenus permettront de décider de leur éventuelle utilisation dans les futurs satellites.



LA TECHNOLOGIE :

Les switches MEMS RF sont des composants à base de silicium avec une ligne de transmission dont le signal peut être interrompu par un contact électrique pouvant bouger sous l'effet d'une tension électrostatique. Leur fabrication fait appel à des techniques bien maîtrisées par le Leti : photolithographie, dépôts de couche minces, etc.

En travaillant sur les matériaux de contact et l'étude des phénomènes d'accumulation de charges électriques, les ingénieurs du Leti cherchent à améliorer la fiabilité de fonctionnement du composant en cycle et à valider leur tenue aux radiations. Une douzaine de micro-switches, avec des fréquences de commutation différentes, ont été envoyés dans l'espace pour y être testés.

CONTACTS

www.thalesgroup.com

olivier.vendier@thalesalieniaspace.com

www.leti-cea.com

julien.arcamone@cea.fr

ANTENNES INTÉGRÉES ET IMPRIMÉES

LE PAGER PROFESSIONNEL SANS ANTENNE EXTERNE

Ce pager allie confort et puissance ! Pour rendre son pager plus compact et plus ergonomique, TPL Systèmes a souhaité intégrer l'antenne TETRA externe dans le terminal... Un défi de taille lancé par la PME aux chercheurs du Leti. Aujourd'hui, c'est chose faite avec un boîtier optimisé et un rendement multiplié par deux.



LA TECHNOLOGIE :

TPL Systèmes a fait appel au savoir-faire du Leti en télécommunication pour intégrer l'antenne d'un pager existant dans son terminal. La taille étant directement liée au niveau de performance, il a fallu développer une technologie de rupture et optimiser l'espace déjà très restreint du boîtier.

Le Leti a développé un banc de mesure RF/optique innovant, dédié aux antennes miniatures et utilisé une chambre anéchoïde, une infrastructure rare, pour évaluer les propriétés des antennes à basse fréquence. Les chercheurs ont notamment mené une étude approfondie pour mettre au point une nouvelle antenne miniaturisée pour le standard TETRA (autour de 400 MHz), qui soit à la fois flexible et reconfigurable. Grâce à leurs travaux, ils ont pu multiplier sa performance par deux et l'associer à un circuit électronique actif qui couvre l'ensemble des bandes internationales. Une antenne compacte et à bas coût a également été intégrée au sein du boîtier optimisé pour les standards GSM et DCS (900/1800 MHz).

Jean-François Pintos, chercheur au Leti, a reçu le second prix FIEEC de 2014 pour avoir relevé avec succès ce défi.



CONTACTS

www.tplsystèmes.com
david.villacastin@tplsystèmes.com

www.leti-cea.com
martin.gallezot@cea.fr

MEMS À DÉTECTION DE MOUVEMENTS

JOUEZ SUR VOTRE SMARTPHONE, ILS S'OCCUPENT DE TOUT

Si vous pouvez jouer sur votre smartphone et si l'image pivote quand vous le tournez d'un quart de tour, c'est parce que de minuscules capteurs placés dans l'appareil détectent chacun de vos mouvements. La dernière puce de Tronics réussit l'exploit d'en réunir six (trois accéléromètres, trois gyromètres) sur une puce d'un millimètre d'épaisseur et de quatre millimètres carrés de surface, entièrement réalisée en silicium : une première mondiale.

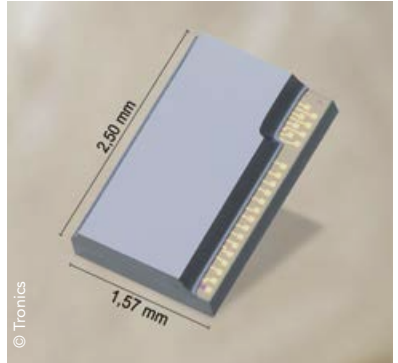


LA TECHNOLOGIE :

Pour réaliser cette puce, le Leti a mis au point un concept révolutionnaire de détection du mouvement dans les MEMS. Il a fait l'objet de plus de quinze brevets. Il repose sur un nanofil suspendu de silicium piézorésistif, de quelques microns de long et de 250 nanomètres de section. Ce mode de détection innovant permet une forte amplification du signal, pour une consommation électrique très faible.

Atout supplémentaire, ce principe de détection est applicable à tous types de capteurs : accéléromètres et gyromètres, mais aussi capteurs de pression, magnétomètres, microphones...

Divers capteurs peuvent être intégrés sur la même puce grâce à un procédé silicium utilisé en routine par les industriels des MEMS ; ceci sans recours à une étape d'assemblage hybride comme c'est le cas actuellement.



CONTACTS

www.tronicsgroup.com

stephane.renard@tronicsgroup.com

www.leti-cea.com

julien.arcamone@cea.fr

IMAGERIE THERMIQUE

VOIR LA TEMPÉRATURE ÉMISE PAR LES OBJETS

La caméra infrarouge a, en son « cœur », un imageur bolométrique permettant de surveiller, même la nuit sans éclairage, une ville ou un site industriel, aider un automobiliste à conduire de nuit ou contrôler l'isolation d'un bâtiment. Le bolomètre comprend une couche thermomètre, qui s'échauffe quand elle absorbe un rayonnement infrarouge, et un circuit de lecture qui détecte cet échauffement et reconstitue des images à cadence vidéo.

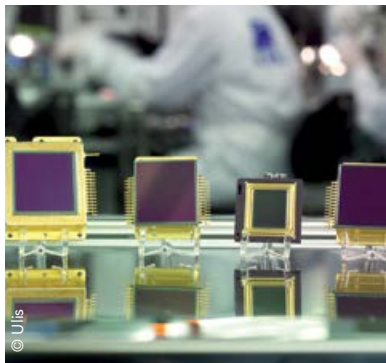


LA TECHNOLOGIE :

Le Leti développe des imageurs bolométriques depuis 1992 et a transféré la technologie à une start-up, Ulis, à partir de 2002. Ulis est aujourd'hui une PME en pleine croissance, numéro deux mondial de ce secteur avec 30 % du marché en valeur.

Des projets de R&D successifs ont permis de diviser par quatre la taille des pixels (de 45 à 12 micromètres), d'améliorer les circuits de lecture, de réduire les coûts. Les caméras infrarouges deviennent plus performantes alors que leur taille et leur prix diminuent ; ainsi, elles se démocratisent et s'ouvrent à de nouvelles applications.

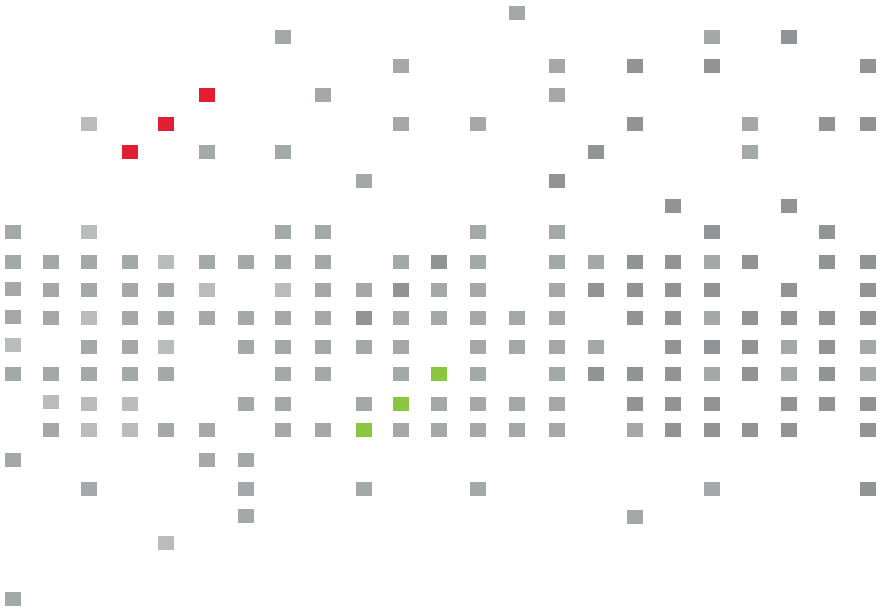
Les progrès sont constants comme le montrent la sortie en septembre 2016 du Micro80 Gen2™, 80 × 80 pixels, plus compact, moins énergivore et doté d'une intégrabilité accrue, ou encore l'annonce en avril 2017 du premier imageur au pas de 12 μm d'Ulis, le tout nouvel « atto^{320°} », au format 320 × 240 pixels. Ce dernier produit rassemble le meilleur d'Ulis : haute qualité d'image, facilité d'intégration, optimisation du coût d'acquisition, compatibilité des produits entre eux, faible consommation électrique.



CONTACTS

www.ulis-ir.com
ulis@ulis-ir.com

www.leti-cea.com
nicolas.lioosonshu@cea.fr



Leti, technology research institute

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Minatéc Campus | 17 avenue des Martyrs | 38054 Grenoble Cedex 9 | France

www.leti-cea.fr