

3^{ÈME} ECOLE TECHNOLOGIQUE DU RDE

DU SIGNAL PHYSIQUE À L'INFORMATION

LES CAPTEURS

LA TRANSMISSION ET
LE CONDITIONNEMENT

L'INTERFAÇAGE ENTRE
L'HOMME ET LA MACHINE

LA CHAÎNE DE MESURE
INSTRUMENTALE

SAINT-MALO

DU 22 AU 26 NOVEMBRE 2021



**LE RÉSEAU DES ÉLECTRONICIENS DU CNRS
20 ANS D'EXPERTISE ET DE FORMATIONS
À VOTRE SERVICE**



www.cnrs.fr



le cnam

ROHDE & SCHWARTZ
Make ideas real



Aemc
Sapemec

Farnell
BY INFINITE CONCEPT

GOTRONIC
ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

LE RÉSEAU DES
ÉLECTRONICIENS



ACB

Abel



ACQUISYS
Acquisition Mesure et Test

C.I.F.
EXPERT EN ÉQUIPEMENTS ET PRODUITS POUR L'ÉLECTRONIQUE

Avec le soutien de la " Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires "

Sommaire

Avant-propos	4
Mot d'accueil du comité d'organisation	4
Comité d'organisation	5
Partenaires industriels et académiques	6
Partenaires industriels	6
Académiques	7
Programme	8
Lundi 22 novembre	8
Mardi 23 novembre	9
Mercredi 24 novembre	10
Jeudi 25 novembre	11
Vendredi 26 novembre	12
Liste des présentations	15
Lundi 22 novembre	15
Mardi 23 novembre	16
Mercredi 24 novembre	20
Jeudi 25 novembre	21
Vendredi 26 novembre	26
Liste des Posters	27
Session poster (mardi et jeudi)	27
Informations pratiques	34
Comment se rendre à l'École Technologique ?	34

Mot d'accueil du comité d'organisation

Le Réseau national des Électroniciens (**RdE**) du CNRS fédère depuis plus de **20 ans** une communauté de plus de 1000 électroniciens et instrumentalistes de la recherche française. L'organisation de cette troisième édition de l'École Technologique s'inscrit dans le cadre des Actions Nationales de Formation (ANF) soutenues par le Service Formation et Itinéraires Professionnels (**SFIP**) et de la Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires (**MITI**) du CNRS. Organisée tous les 2 ans depuis 2016, elle est la digne héritière des rencontres annuelles du RdE dont elle constitue la 19ème édition depuis 1999 et perpétue l'esprit, l'essence même du réseau, à savoir le partage de connaissances et de savoir-faire des domaines de l'électronique et de l'instrumentation.

Fort de constater que les technologies et outils de développement inhérents à nos métiers évoluent constamment et rapidement. Les capteurs deviennent des objets intelligents et connectés. Les données deviennent des métadonnées. Par exemple, pour passer d'un « **signal physique à l'Information** » des capteurs multiples et divers sont utilisés. Devenant des objets intelligents et connectés, ces interfaces génèrent par leurs usages des métadonnées et nécessitent des connaissances spécifiques et approfondies dans les domaines du conditionnement du signal, du traitement de l'information par des logiciels d'acquisition, de gestion de flux, de calcul. La mise en œuvre de ces capteurs peut entraîner le développement de chaînes de mesures et d'asservissements.

Afin d'appréhender la détection d'un signal physique jusqu'au stockage de son information, cette formation s'articulera autour de quatre thématiques : les capteurs, la transmission et le conditionnement de signaux, l'interfaçage entre l'homme et la machine, et la chaîne de mesure instrumentale.

Dans ce contexte si très particulier, nous vous demandons de respecter les règles sanitaires en vigueur. Nous vous souhaitons une semaine fructueuse d'enseignements, d'échanges et de rencontres.

Le comité d'organisation

Comité d'organisation

Stéphane LETOURNEUR

Porteur du projet 3ET

LAUM

stephane.letourneur@univ-lemans.fr

Gilles N'KAOUA

Animateur du RdE

IMS

gilles.nkaoua@u-bordeaux.fr

William BENHARBONE

CoPiL du RdE

LOMA

william.benharbone@u-bordeaux.fr

Emmanuel DECHANDOL

CoPiL du RdE DR17

GEPEA

emmanuel.dechandol@univ-nantes.fr

Eric DUVIEILBOURG

CoPiL du RdE et RdE DR17

LEMAR

Eric.Duvieilbourg@univ-brest.fr

Emmanuelle FERRE

CoPiL du RdE DR17

Délégation Bretagne et Pays de la Loire

Emmanuelle.Ferre@dr17.cnrs.fr

Cécile LECONTE

IETR

cecile.leconte@univ-rennes1.fr

Thierry LEGOU

CoPiL du RdE

LPL

thierry.legou@univ-amu.fr

Michel LOURS

CoPiL du RdE

SYRTE

michel.lours@obspm.fr

Fabien MARCO

CoPiL du RdE

Université Paul Sabatier

fabien.marco@univ-tlse3.fr

Hélène MAREC

CoPiL du RdE DR17

GEPEA

helene.marec@univ-nantes.fr

Patrick NECTOUX

CoPiL du RdE

FEMTO-ST

patrick.nectoux@femto-st.fr

Emmanuel STERNITZKY

CoPiL du RdE

IPCMS

emmanuel.sternitzky@ipcms.unistra.fr

Partenaires industriels et académiques

Partenaires industriels



Eyes on the future ...
feet on the ground



Académiques



le **cnam**



<https://www.electroniciens.cnrs.fr>



Avec le soutien du SFIP et de la MITI

Programme

Une feuille de présence attestera de la participation de chacun à cette Action Nationale de Formation.

Lundi 22 novembre

Lieu : Hôtel Chateaubriand
(salle Duguay Trouin)

13:00–14:30	Accueil des participants	
14:30–14:50	Stéphane LETOURNEUR	Consignes sanitaires.
14:50–15:05	Anne-Antonella SERRA MITI	Allocution de la responsable de la plateforme de pilotage des réseaux métiers et technologiques de la Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires au CNRS
15:05–15:20	Gilles N'KAOUA Animateur du RdE	Allocution de l'animateur du Réseau national des Électroniciens
15:20–15:35	Stéphane LETOURNEUR	Allocution de l'animateur du Comité d'Organisation de l'École Technologique
15:35–15:50	Stéphane DENISE Animateur du RDM	Inter-réseaux fabrication des masques Covid19
16:00–16:30	Pause	
16:30–17:30	Cécile GUIANVARC'H LNE-CNAM, Paris	Capteurs et instrumentation pour la mesure physique : des propriétés fondamentales à l'analyse de résultats
17:30–18:30	Rémy BELLENGER et als	Rétrospective sur les 20 ans du RdE
18:30–19:00	Présentation des participants	
19:00–20:00	Vin d'honneur	
20:00–21:30	Dîner	

Mardi 23 novembre

Chairman : Cécile LECONTE & Michel LOURS

Lieu : Palais du Grand Large

(salle Lamennais 1 - niveau 3)

08:45-09:40	Jérôme LODEWYCK SYRTE, Paris	SI: définition et modifications futures
09:40-10:35	Louis-Joseph ALAIN LPMC, Palaiseau	Les sondes RMN pour les expériences de bio-physique et biomédicales : théorie et pratique
10:35-11:05	Pause, exposants industriels et séance posters	
11:05-12:00	Jérôme LODEWYCK SYRTE, Paris	Métrologie du temps-fréquence (exactitudes, répétabilité, calculs et bilan d'incertitudes...)
12:00-14:00	Déjeuner	
14:00-14:35	Présentation Technique FARNELL	
14:35-15:30	Philippe SCHMITT Laboratoire ICube, Strasbourg	Mesure de vitesse d'écoulement par méthode de Self Mixing sur diode laser
15:30-15:40	Abderrahman BOUJRAD GANIL, Caen	GT ARM
15:40-16:05	Christian PERTEL CEMES, Toulouse	REX : Mise en oeuvre d'une carte Zedboard de Xilinx par un électronicien ayant connu Xilinx le siècle dernier
16:05-16:35	Pause, exposants industriels et séance posters	
16:35-17:00	Guillaume DAUBARD LPNHE, Paris	REX : Intégration des capteurs dans le système changeur de filtre du LSST
17:00-17:25	Thierry LATCHIMY OPGC, Clermont-Ferrand	REX : Conception d'un rhéomètre appliqué à la mesure in-situ de la viscosité de laves volcaniques
17:25-17:50	Julien SANCHEZ ISM, Talence	REX : Un mini spectromètre connecté pour l'authentification du Cognac

Mercredi 24 novembre

Chairman : Thierry LEGOU

Lieu : Palais du Grand Large

(salle Lamennais 1 - niveau 3)

08:45-09:40	Philippe DUNAND AEMC, Seyssins	CEM des chaines de mesures Part I Introduction et réseaux de masse
09:40-10:35	Philippe DUNAND AEMC, Seyssins	CEM des chaines de mesures Part II Protection BF
10:35-11:05	Pause, exposants industriels et séance posters	
11:05-12:00	Philippe DUNAND AEMC, Seyssins	CEM des chaines de mesures Part III Filtrage des perturbations HF
12:00-13:30	Déjeuner	
13:30-14:25	Philippe DUNAND AEMC, Seyssins	CEM des chaines de mesures Part IV Câbles blindés

Programme du cours CEM des chaines de mesures :

Introduction Mode commun et mode différentiel Environnements isolants ou conducteurs, Principe du couplage par impédance commune, Impédance d'un conducteur, Couplage capacitif carte à masse, Couplages par diaphonie, Réduction de la diaphonie par plan de masse, Couplages champ magnétique à boucle, Couplage champ électrique à fil, Couplages en champ près d'un plan de masse.

Réseaux de masse Définition et effets des boucles de masse Définition et effets des boucles entre masses, Un maillage améliore l'équipotentialité, Un maillage réduit les boucles de masse, Maillage des conducteurs de masse, Exemple d'îlot : armoire, Exemple d'îlot : salle technique.

Protection BF Les 3 méthodes de protection en MC BF Réduction du mode commun par appareil isolé, Appareil « gardé » au laboratoire, Appareil « gardé » en environnement bruité, Réjection du MC en BF par isolement, Réjection du MC BF par liaison symétrique, Mesure de la dissymétrie d'une paire, Attention à la dissymétrie des paires, Amplitude et phase d'un R-C passe-bas, Dissymétrie différentielle par déphasage, Dissymétrie des filtres d'entrée, Caractéristiques des composants d'isolation.

Filtrage des perturbations HF Les 3 méthodes de protection en MC HF Filtrage capacitif des entrées / sorties, Filtrage capacitif des E/S : Erreurs à éviter, Selfs de mode commun, Impédance en fonction du nombre de spires, Les 3 règles de montage des filtres secteur.

Câbles blindés Principe de l'effet réducteur Mesure simple de l'effet réducteur d'une paire, Mesure simple de l'effet réducteur d'un coax, Vérification de l'effet réducteur d'un coaxial, Effet réducteur des chemins de câbles, Raccordement des chemins de câbles, Différents effets réducteurs, Effet réducteur d'une paire blindée, Raccordement des écrans de câbles blindés, Exemples de mise en œuvre, Raccordement des connecteurs blindés, Amplifier à la source peut être néfaste, Sonde d'oscilloscope passive, Impédances d'une sonde passive d'oscilloscope.

Jeudi 25 novembre

Chairman : Emmanuel DECHANDOL & Julien Sanchez

Lieu : Palais du Grand Large

(salle Lamennais 1 - niveau 3)

08:45–09:40	Louis-Joseph ALAIN LPMC, Palaiseau	Du signal physique RMN à l'information biologique ou chimique
09:40–10:35	Simon CHOLLET CEREEP, Saint-Pierre-lès-Nemours	SFINX : Simple and Flexible INstrument for eXperience
10:35–11:05	Pause et séance posters	
11:05–12:00	Jérôme EYSSERIC OHP, Saint-Michel- l'Observatoire	Réseau Large Bande Permanent (RLBP)
12:00–13:30	Déjeuner	
13:30–14:25	Paul LEROY IETR, Rennes	C++ et Qt pour le contrôle-commande de radars aéro-portés
14:25–15:20	Christophe MOY IETR, Rennes	Communications sans fil pour l'Internet des Objets
15:20–15:30	Thierry LEGOU LPL, Aix-en-Provence	GT Instrumentation pour le vivant
15:30–16:00	Pause et séance posters	
16:00–16:25	Thierry LE GALL IMT Atlantique, Brest	REX : Conception et déploiement d'IHM avec Matlab pour l'acquisition et le traitement des signaux - Application aux communications acoustiques sous-marines
16:25–16:50	Gilles FASOLA GEPI, Meudon	REX : Premier projet avec Qt pour l'IHM d'un télescope de 4 mètres
16:50–17:15	Frédéric HACHON CPPM, Marseille	REX : Développement et support d'un Gateware FPGA complexe
17:15–17:40	Guillaume VOUTERS LAPP, Annecy	REX : Gestion de projet firmware multi-développeurs/utilisateurs

Vendredi 26 novembre

Chairman : Gilles N'KAOUA

Lieu : Hôtel Chateaubriand
(salle Duguay Trouin)

09:00-09:55	Christophe ALEXANDRE CNAM, Paris	Acquisition rapide de données via le RFSoc Xilinx
09:55-10:50	Christophe RENARD SUBATECH, Nantes	La chaine de lecture pour le projet Muon Identifier (MID) de l'expérience ALICE au CERN (sérialiser pour paralléliser)
10:50-11:20	Pause	
11:20-12:00	Bilan et Perspectives	
12:00	Déjeuner	

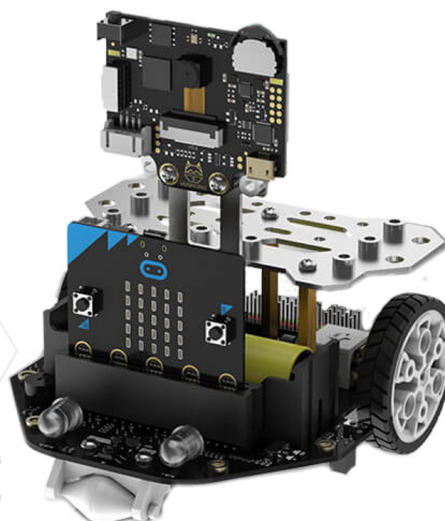
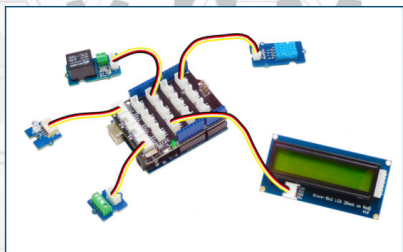
Votre partenaire idéal pour vos besoins en matériel électronique

GO TRONIC

ROBOTIQUE ET COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Actif depuis 1990, **Go Tronic** s'est imposé comme un acteur clé dans la distribution d'accessoires électroniques avec les marques **Arduino**, **Raspberry**, **micro:bit**, **SeedStudio**, **DFRobot**, **Makeblock**, **Joy-It**, **Sparkfun**, etc.

Nous fournissons de nombreux établissements scolaires en France et dans les DOM-TOM



Pour plus de renseignements, contactez-nous :

35 ter Route Nationale - 08110 Blagny - Tél. 03 24 27 93 42

Notre service technique est à disposition : sav@gotronic.fr

contact@gotronic.fr

www.gotronic.fr



Le Spécialiste de l'Instrumentation Modulaire



La société **ACQUISYS** a été créée en 2000 par des spécialistes disposant de plus de vingt années d'expérience dans le domaine de l'Instrumentation sur carte pour l'acquisition de données, le test et la Mesure, la commutation de signaux et le Temps / fréquence.

Les solutions proposées couvrent la majorité des plateformes utilisées dans l'industrie. Parmi celles-ci on peut citer les cartes PCI, PCI Express, cPCI/PXI, PXI Express, mais également les solutions de type Ethernet, LXI ou USB.

ACQUISYS propose également des produits d'Instrumentation conventionnels avec interfaces GPIB, LAN, LXI ou USB.



ACQUISYS
Acquisition Mesure et Test

30 avenue Robert Surcouf
78960 VOISINS LE BRETONNEUX
Tél : 01 34 52 40 90
Email : info@acquisys.fr

Liste des présentations

Plé : Plénière, **rex** : Retour d'EXpérience, **PT** : Présentation Technique.

Lundi 22 novembre

Capteurs et instrumentation pour la mesure physique : des propriétés fondamentales à l'analyse de résultats

Cécile Guianvarc'h

Plé

LNE-CNAM, Paris

La métrologie, souvent assimilée au seul art de faire des mesures au plus haut niveau d'exactitude, n'a cependant pas pour seule vocation de satisfaire les seuls besoins fondamentaux liés à la réalisation des unités et au maintien d'étalons primaires. Elle est, plus généralement, l'art de réaliser une expérimentation et d'analyser des résultats de mesure de manière adaptée et pertinente au regard des applications visées. Ainsi, qu'il s'agisse d'expérimentations effectuées en environnement finement contrôlé ou sur le terrain, par définition, la "science de la mesure" concerne toutes personnes en lien avec des activités expérimentales.

L'objet de cette présentation est alors de proposer des rappels et une réflexion sur les différents aspects d'une chaîne de mesure. Du mesurande au capteur puis à l'instrumentation, pour aller au résultat de mesure ; quels sont les éléments à considérer pour optimiser un processus de mesure et exploiter les résultats de manière pertinente ? Ainsi, après un point sur les concepts fondamentaux liés à la mesure physique, seront rappelées les caractéristiques essentielles de capteurs et instruments à considérer lors de la conception et de la mise en oeuvre de systèmes de mesures. Enfin, cette présentation abordera les bases permettant d'établir un budget d'incertitudes sur un dispositif expérimental et de l'exploiter comme un outil essentiel pour l'analyse de processus et de résultats de mesures, relevant de préoccupations qui sortent largement d'un cadre purement métrologique.

Mardi 23 novembre

SI: définition et modifications futures

Jérôme Lodewyck

Plé

SYRTE, Paris

Le système international (SI) d'unités a récemment connu un changement majeur, acté à lors de la 26ème Conférence générale des poids et mesures en 2018. Le SI est maintenant complètement déterminé via des valeurs fixées de certaines constantes fondamentales, s'affranchissant finalement des artefacts qui le définissaient à l'origine. Toutefois, une nouvelle version du SI est à prévoir, pour prendre en compte les nouveaux étalons de fréquence optiques capable de réaliser la seconde avec une incertitude meilleure que les horloge césium qui réalisent la seconde du SI. La présentation exposera ces développements récents et futurs du SI.

Les sondes RMN pour les expériences de biophysique et biomédicales : théorie et pratique

Louis-Joseph Alain

Plé

LPMC, Palaiseau

Les capteurs, de façon générale sont les éléments clés de toute chaîne instrumentale de mesures puisqu'ils sont à l'origine de la détection du signal. Le capteur est avant tout adapté au phénomène physique étudié et doit donc répondre à des critères bien précis : précision, fiabilité, sensibilité, etc. Nous verrons les spécificités propres aux capteurs et en particulier à ceux utilisés en Résonance magnétique nucléaire (RMN). Les sondes de détection RMN biologique ou chimique sont des capteurs qu'il faut particulièrement soigner car la quantité de signal disponible est extrêmement faible (qq microvolts). Nous détaillerons les étapes importantes permettant la caractérisation de sondes RMN : Matching, tuning, homogénéité, sensibilité, perte, etc. Nous débuterons par quelques généralités sur les capteurs et les spécificités d'une expérience RMN. Nous explorerons ensuite, à partir d'exemples simples, les notions théoriques et leur mise en pratique, nécessaires à la conception et à la réalisation de sondes RMN performantes dans nos laboratoires de recherche.

Métrologie du temps-fréquence (exactitudes, répétabilité, calculs et bilan d'incertitudes...)

Jérôme Lodewyck

Plé

SYRTE, Paris

Les horloges atomiques et leurs moyens de comparaison sont au cœur de la métrologie temps-fréquence. Le progrès dans ce domaine s'est accéléré au cours de la dernière décennie avec l'avènement des horloges optiques qui surpassent déjà d'un facteur 100 les horloges micro-onde. Dans cette présentation nous présenterons le contexte, les enjeux, et les outils utilisés dans ce domaine de la métrologie, en particulier dans le cadre de l'évaluation et de la comparaison des étalons optiques de fréquence.

Mesure de vitesse d'écoulement par méthode de Self Mixing sur diode laser

Philippe SCHMITT

Plé

Laboratoire ICube, Strasbourg

Dans le domaine de la mesure optique, les instruments basés sur l'interférométrie sont largement utilisés en sciences et dans l'industrie pour différentes applications comme la mesure de distance, de déplacement, de vibration ou encore de vitesse. L'interférométrie par Self-mixing fait référence à un phénomène apparaissant quand une faible partie d'un faisceau émis par un laser est réfléchi ou rétrodiffusé par une cible extérieure et revient dans la cavité laser, menant à une modulation de la puissance de sortie du laser. La méthode d'interférométrie par self-mixing dans une diode laser peut être utilisée pour effectuer des mesures de vitesses dans des écoulements de fluides. L'optimisation de la forme du faisceau (permettant de focaliser la zone du fluide exploré), combiné à un traitement permettant d'extraire la fréquence Doppler maximale dans le spectre, permet d'obtenir une mesure de vitesse moyenne robuste. Après une présentation du phénomène de self-mixing, nous détaillerons la mise en œuvre de telles diodes laser, l'électronique associée et la façon de récupérer l'information Doppler qui permet de remonter à la vitesse dans un écoulement.

CEMES, Toulouse

Mise en oeuvre d'une carte Zedboard de Xilinx par un électronicien ayant connu Xilinx le siècle dernier

Christian PERTEL

rex

CEMES, Toulouse

Le but est de développer un générateur de signaux rapides (pulse 1- 100ns) en mettant en œuvre un FPGA Zynq. Les activités scientifiques du CEMES font appel de plus en plus à de la commutation rapide de signaux (déflexion rapide de faisceau d'électron, entre autre). Nous voulons référencer la carte Zedboard pour ce type de développement. J'ai eu une grosse expérience sur les XC4000 et Spartan avec ISE Xilinx et je me propose de vous expliquer à mon niveau que les techniques de conception sont très différentes ! Mais avec une formation RdE et une aide réseau, on y arrive après un temps certain ! Les différentes tâches accomplies se décomposent en plusieurs parties : la prise en main de la carte Zedboard et de l'outil de développement VIVADO, côté VHDL et processeur ARM, le développement des fonctions demandées (simulation et test sur table) et la création de composant VHDL à la façon Vivado.

Intégration des capteurs dans le système changeur de filtre du LSST

Guillaume DAUBARD

rex

LPNHE, Paris

Le projet LSST a pour objectif la construction d'un grand télescope qui enregistrera tout le ciel visible pendant 10 ans dans 6 gammes de lumière. Pour cela, il intègre un système changeur de filtres automatisé qui nécessite de nombreux capteurs et des bus de transmission des données pour connaître son état. Ces capteurs (position, température) doivent être choisis en prenant en compte les contraintes de l'instrument, puis intégrés dans les mécanismes. Le bus est l'interface avec le système de contrôle de la caméra. Sa définition dans la phase préliminaire des études a été un enjeu important, conditionnant les choix du matériel (l'intégration des modules d'interface et l'optimisation du câblage) mais permettant surtout le développement du logiciel en parallèle.

Conception d'un rhéomètre appliqué à la mesure in-situ de la viscosité de laves volcaniques

Thierry LATCHIMY¹, Magdalena Oryaëlle CHEVREL², Romain DELPOUX³, Lionel BATIER⁴,
Christelle ROSSIN¹

rex

¹ OPGC UMS 833, ² LMV UMR UMS 6524, ³ INSA de LYON, ⁴ Polytech Clermont

Lors d'une éruption volcanique connaître la viscosité de la lave émise est fondamentale pour estimer sa vitesse d'écoulement et la distance maximale d'épanchement. La viscosité d'une lave peut être mesurée en laboratoire où les paramètres extérieurs (température, pression etc..) sont contrôlés mais ne peuvent jamais reproduire l'environnement naturel et l'état d'origine de la lave en termes de contenu de cristaux et de bulles, de volatils dissous etc... L'approche la plus prometteuse pour quantifier la rhéologie d'une lave dans son état naturel est donc de réaliser des mesures directes sur le terrain en insérant un rhéomètre dans la lave pendant son écoulement. Un instrument unique a été conçu à l'OPGC et au LMV (Laboratoire Magmas et Volcans) grâce au soutien du projet ANR LAVA et des actions incitatives de l'OPGC. Ce rhéomètre est un instrument permettant de déterminer la viscosité d'une lave par la mesure du couple, de la vitesse de rotation d'un axe en rotation plongé dans une lave et de la mesure de température de lave simultanément. Afin de réaliser cet instrument, une chaîne instrumentale à base de capteur de couple, de température par thermocouple et une communication sans fil Zigbee a été mise en oeuvre. Un moteur brushless piloté par une carte dsPIC permet la rotation de l'axe. Le logiciel d'acquisition développé en Python embarqué sur un Raspberrypi permet l'affichage et l'enregistrement des données.

Un mini spectromètre connecté pour l'authentification du Cognac

Julien SANCHEZ

rex

ISM, Talence

Dans le cadre d'un partenariat entre un industriel, le groupe de spectroscopie moléculaire et le service électronique de l'Institut des Sciences Moléculaires de Bordeaux, un prototype permettant de discriminer des contrefaçons de bouteilles de Cognac de façon non invasive a été développé. Après différentes études de faisabilité, la spectroscopie de fluorescence s'est avéré être une solution efficace. Dans ce Retour d'EXpérience, seront présentés : une brève histoire de la contrefaçon dans le milieu du Cognac, le projet et le principe général de fonctionnement, la partie optique et électronique du spectromètre, les différents mode de communication (USB / Bluetooth), les outils et techniques utilisés (Kicad, Arduino, Inventor, Impression 3D) ainsi que les résultats, et l'avenir du prototype.

Mercredi 24 novembre

CEM des chaines de mesure

Philippe Dunand

Plé

AEMC, Seyssins

Le CEM est souvent traitée lors de la conception des équipements, mais elle reste encore trop peu maîtrisée dans les installations. Pourtant, l'écart entre une équipement optimisé en CEM par rapport à un équipement standard est de l'ordre d'un facteur 10 alors qu'il peut atteindre un facteur 100 entre une installation maitrisée et une installation standard. Après avoir rappelé les règles générales d'installation, cette présentation décrira les méthodes de protection des liaisons filaires aussi bien en basse fréquence qu'en haute fréquence. Des méthodes de caractérisation des câbles seront également proposées. La présentation des phénomènes sera accompagnée par des démonstrations pratiques qui permettront de visualiser directement les notions exposées.

Jeudi 25 novembre

Du signal physique RMN à l'information biologique ou chimique

Louis-Joseph Alain

Plé

LPMC, Palaiseau

Une expérience de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) permet de remonter aux informations de proximité dans l'espace des atomes d'une molécule en vue de sa caractérisation. Le signal en RMN (liquide ou solide) est très faible (moins du microvolt la plupart du temps) et la détection du signal est critique. L'instrumentation RMN utilise alors tous les moyens et techniques particulières afin d'optimiser le rapport signal sur bruit. Cela concerne l'échantillon, le capteur (sonde), les chaînes électronique d'excitation et de réception, les techniques d'excitation et d'acquisitions, le traitement du signal... Dynamique, sélectivité, sensibilité du signal, entre autres, sont des paramètres toujours poussés aux limites. Nous passerons en revue les points fondamentaux mis en applications en instrumentation RMN afin d'atteindre ces objectifs.

SFINX : Simple and Flexible INstrument for eXperience. Projet développé dans le cadre d'un apprentissage en alternance.

Simon Chollet

Plé

CEREEP, Saint-Pierre-lès-Nemours

Les plateformes de l'UMS "CEREEP-Ecotron IdF" sont utilisées pour la recherche en écologie et biologie. Plusieurs plateaux sont disponibles pour le stress et le suivis d'écosystèmes terrestres ou aquatiques. Les projets scientifiques accueillis utilisent des capteurs et instruments de nature différente ayant une multitude d'interfaces matérielles et logicielles. Ces interfaces sont analogiques, numériques, les déclenchements sont par triggers ou non ... Les protocoles, les logiciels de pilotage, de visualisation sont standards ou propriétaires, ils sont plus ou moins documentés ...Conséquence : un PC par type d'instrument ou de capteur utilisé. Partant de ce constat, le SFINX a été développé comme un système de contrôle-commande modulaire. Il est basé sur le principe d'un "vieux PC" : un bus, une "carte mère", des cartes "périphériques". Il permet d'empiler les fonctionnalités d'acquisition et de pilotage sur un bus, il centralise l'horloge, il peut prendre en charge plusieurs types d'interfaces et protocoles. Il a été développé dans la philosophie "Open Hardware" et "Open Software".

Réseau Large Bande Permanent (RLBP)

Jérôme Eysseric

Plé

OHP, Saint-Michel-l'Observatoire

Après une brève introduction sur l'infrastructure de recherche RESIF, la station sismologique type sera présentée dans son environnement. Cela inclus, les capteurs scientifiques, les numériseurs, le conditionnement et la transmission des données. Pour avoir une continuité de service forte, une infrastructure dotée de fonctionnalités télé-surveillance et télé-opération avec une supervision locale et distante a été développée. Dans ce contexte, nous aborderons les contraintes liées à la "mesure" sur le terrain (l'énergie, la communication) et la stratégie associée qui a été privilégiée. La gestion et de contrôle des sous-système vitaux pour le fonctionnement et l'analyse d'état de la station seront présentés aussi bien d'un point de vue « hardware » au travers son automate que « software » à travers son Interface Homme Machine.

C++ et Qt pour le contrôle-commande de radars aéroportés

Paul Leroy

Plé

IETR, Rennes

Le kit de développement Qt permet de développer des applications graphiques portables par simple recompilation du code source. L'API de base offre des composants d'interface graphique (widgets), d'accès aux données, de connexions réseaux, de gestion des fils d'exécution, d'analyse XML, etc. Nous avons utilisé Qt pour développer deux radars aéroportés, intégrés sur le porteur de l'IETR, la plateforme PIMA. Pour cela, nous avons complété le kit de base par plusieurs API en C++ permettant de piloter: une centrale inertielle, une carte d'acquisition, un analyseur de réseau vectoriel, un module multi-fonction Analog Discovery. Tous ces systèmes sont pilotés et configurés par une interface graphique lancée soit sur une tablette durcie (Windows 10) soit sur un PC industriel (Linux/Fedora). Après une vue d'ensemble hardware / software / processing du radar imageur PoSAR, l'exposé sera consacré à la présentation de Qt et à son utilisation dans nos radars.

Communications sans fil pour l'Internet des Objets

Christophe Moy

Plé

IETR, Rennes

L'Internet des objets (Internet of Things - IoT) sera présenté ici sous l'angle des nouveaux modes de communications sans fil à longue portée et très faible consommation. On replacera l'IoT dans le contexte global des communications de type "objets communicants" (IoT et autres solutions de connectivité sans fil entre objets) et on détaillera les particularités et avantages de ce genre de communications. On distinguera 2 catégories d'IoT (LPWAN et IoT cellulaire) et leurs principales différences (dont le fait que les bandes soient licenciées ou non). On présentera particulièrement LoRaWAN et sa couche physique (accès radio) ainsi que le TP qui a été monté à l'Université de Rennes 1 dans le Master EEA de l'ISTIC en utilisant des objets Pycom. La fin de la présentation abordera succinctement quelques résultats de recherche mettant en oeuvre des algorithmes d'apprentissage par renforcement (on expliquera que c'est de l'IA fiable et peu complexe à exécuter) pour que l'objet choisisse sa fréquence de transmission afin d'éviter les collisions avec les autres objets, ou des mauvaises conditions de propagation, ou même des attaques radio par déni de service.

Conception et déploiement d'IHM avec Matlab pour l'acquisition et le traitement des signaux - Application aux communications acoustiques sous-marines

Thierry LE GALL

rex

IMT Atlantique, Brest

Dans le cadre du regroupement des Laboratoires en Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication (Lab-STICC, UMR 6285) [1] le département Signal & Communications d'IMT Atlantique met en oeuvre une plate-forme expérimentale pour l'acquisition et le traitement des signaux en transmission acoustique sous-marine (TASM) [2]. Dans ce contexte, les résultats de la recherche sous la forme des programmes de simulation en langage C ou Matlab sont intégrés à des applications IHM développées dans l'environnement GUIDE (Graphical Users Interface Development Environment) [3]. Ces applications sont compilées et déployées pour les expérimentations en conditions réelles de propagation. Après une introduction du contexte, nous présentons les phases d'élaboration des applications IHM et nous concluons par des exemples de démonstrateur en communications acoustiques sous-marines.

Références

[1] <https://www.labsticc.fr/en/francais/>

[2] <https://www.imt-atlantique.fr/sites/default/files/recherche/plateformes/tasm.pdf>

[3] <https://fr.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html>

Premier projet avec Qt pour l'IHM d'un télescope de 4 mètres

Gilles FASOLA

rex

GEPI - Observatoire de Paris , Meudon

Le télescope de 4 mètres pGCT est un prototype conçu et réalisé par une équipe de l'Observatoire de Paris dans le cadre de l'observatoire astrophysique CTA (Cherenkov Telescope Array) pour l'étude de sources à haute énergie. Qt est un environnement logiciel comprenant des outils de développement et des bibliothèques de fonctions pour concevoir des IHM. L'apprentissage de l'utilisation de Qt (version PySide2, en Python) pour réaliser l'IHM du télescope pGCT est présenté en détail en s'appuyant sur des exemples concrets.

Développement et support d'un Gateware FPGA complexe

Frédéric HACHON

rex

CPPM, Marseille

La mise à niveau, Upgrade, de l'expérience LHCb du CERN consiste à effectuer l'acquisition en temps réel des sous détecteurs à 40MHz au lieu de 1MHz, en supprimant le trigger hardware actuel. Une carte électronique d'acquisition à haut débit et multi-protocole, "PCle40", a été développée et produite à plus de 600 unités par le CPPM pour répondre à ce challenge technique. Le FPGA Intel de dernière génération, permet de rendre cette carte générique : la même carte PCle40 assure toutes les fonctionnalités nécessaires, grâce à des Gatewares spécifiques. Une couche d'abstraction firmware, "Low Level Interface", fournie avec la PCle40, met en œuvre toutes fonctions de la carte tout en masquant la complexité interne aux utilisateurs. Des bus standardisés facilitent l'interfaçage avec les Gatewares des autres développeurs, en optimisant les tests et l'intégration. L'intégration et le débogage du protocole GigaBitTransceiver, "GBT", développé par le CERN, permet l'acquisition et la protection des données en corrigeant les erreurs de transmissions dues aux radiations. Le support et la formation aux utilisateurs de la carte PCle40, développeurs du CERN et de l'IN2P3, sont assurés afin de déverrouiller les blocages techniques.

Gestion de projet firmware multi-développeurs/utilisateurs

Guillaume VOUTERS

rex

LAPP, Annecy

L'upgrade de l'expérience LHCb au CERN, dont l'installation est prévue durant le Long Shutdown 2 (2020/2021), consiste à accroître la lecture des détecteurs à 1MHz avec trigger à une lecture sans trigger à 40MHz. Pour cela, une nouvelle architecture de la DAQ a été imaginée et le choix des développements s'est porté sur des cartes électroniques maison, générique (communes à tous les sous détecteurs) et contenant un puissant FPGA pour orchestrer le transfert à haut débit des données des sous-détecteurs aux fermes de calcul. Le développements du firmware des FPGA suit cette même logique de développements commun pour ses fonctions de bases avec quelques parties spécifiques par sous-détecteur ayant pour but de soulager les différents groupes en manpower et en cout, en réduisant les développements en parallèles de fonctions similaires. Cette généricité poussée à l'extrême implique cependant une coordination rigoureuse du projet qui rassemble plus d'une cinquantaine de développeurs/utilisateurs. Ceci passe évidemment par des documents/spécifications mais aussi et surtout par des outils et environnements de travail communs et simplifiés à partir de scripts pour permettre à tout le monde de travailler en parallèle. Cette coordination demande aussi l'organisation de nombreuses réunions, un système de vérifications et de release des multiples firmwares avec des outils de type git/gitlab, le développement de setup de tests etc...

Vendredi 26 novembre

Acquisition rapide de données via le RFSoc Xilinx

Christophe Alexandre

Plé

CNAM, Paris

Le but de cette intervention est de présenter la famille des SoC zynq et leur évolution vers les RFSoc. Xilinx a commercialisé en 2012 les premiers SoC Zynq. Combinant processeurs ARM et logique programmable, la Zynq peut être programmée sans système d'exploitation (OS), avec OS temps réel (FreeRTOS) ou sous Linux. La famille est très utilisée avec des cartes de développement populaires comme la RedPitaya. La loi de Moore aidant, la Zynq Ultrascale+ (MPSoC), évolution majeure de la Zynq est sortie en 2015 avec des cœurs ARM 64 bits et 32 bits plus rapides et de la logique programmable plus performante. Basée sur la Zynq UltraScale+, Xilinx a commercialisé en 2017 les premiers RFSoc qui sont des Zynq MPSoC munis d'ADC et de DAC fonctionnant entre 2 et 10 Gsps. Suivant les modèles, on peut trouver entre 4 ADC/DAC et 16 ADC/DAC associés à de nombreuses ressources de logique programmable. Le domaine d'application est, entre autres, les radars beam forming, la 5G et les systèmes d'acquisition rapides. Un exemple de système d'acquisition basé sur la carte ZCU111 sera détaillé.

La chaine de lecture pour le projet Muon Identifier (MID) de l'expérience ALICE au CERN (sérialiser pour paralléliser)

Christophe Renard

Plé

SUBATECH, Nantes

Afin d'accepter mille fois plus d'événements par seconde, une nouvelle électronique de lecture a été développée pour la partie Muon TRigger (MTR) de l'expérience ALICE au CERN. Suite au remplacement de l'acquisition en mode déclenché par une acquisition en continu, le Muon TRigger devient le Muon IDentifier (MID). En diminuant le nombre de lignes nécessaires au transport des données entre les différents étages, l'utilisation de SerDes a permis d'augmenter le nombre de liens utilisables pour transporter en même temps les sorties d'un maximum de tâches traitées en parallèle. L'électronique de lecture du MID peut tenir un flux moyen de 1 MHz sur ses 30000 voies, avec des pics à 40 MHz.

Liste des Posters

Session poster (mardi et jeudi)

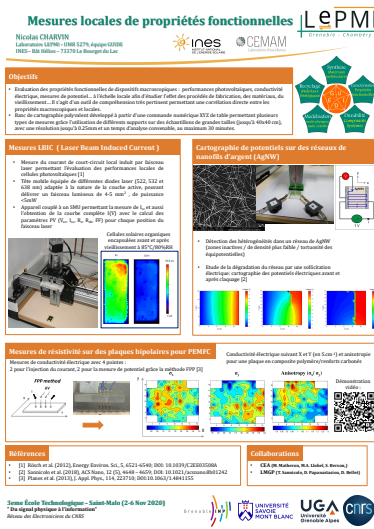


Outils WEB du Réseau des Electroniciens (GT-COMM)

William BENHARBONE, LOMA, Talence

Les actions au soutien de développement technologique permettent à des membres du réseau, impliqués dans des Groupes de Travail (GT), des comités de pilotage régional (CPR) ou simplement ayant envie de participer à la vie du réseau, d'unir leurs efforts de conception et de développement par le partage de leurs connaissances, afin de répondre à une problématique métier favorisant la levée de verrous technologiques et participant à la veille que chacun de nous est tenu de faire. Pour cela, les outils du réseau doivent-être mise à contribution, tel que le Wiki, Redmine et le serveur de fichier (SVN) pour ne citer qu'eux, dans le but de réaliser des tutoriels, des partages d'expériences, favorisant ainsi la capitalisation des savoir-faire et la formation des agents isolés dans les laboratoires.

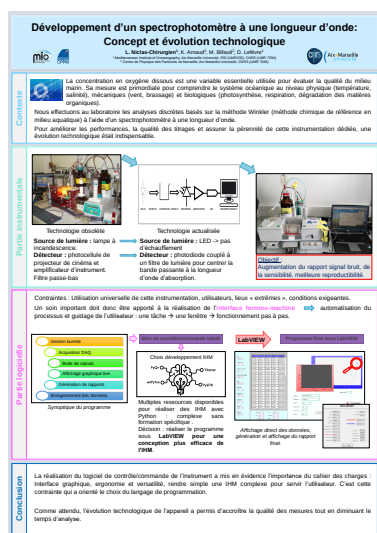
le "Groupe de Travail Communication" (GT-Comm)



Mesures locales de propriétés fonctionnelles

Nicolas CHARVIN, LEPMI, Saint-Martin-d'Hères

Nous présentons un banc de cartographie polyvalent développé à partir d'une commande numérique XYZ de table, permettant plusieurs types de mesures, sur des échantillons de grandes tailles (jusqu'à 40x40 cm), avec une résolution jusqu'à 0.25mm et un temps d'analyse convenable, au maximum 30 minutes. Ce banc permet l'évaluation locale des propriétés fonctionnelles de dispositifs macroscopiques (performances photovoltaïques, conductivité électrique, mesures de potentiel...) afin d'étudier l'effet des procédés de fabrication, des matériaux ou du vieillissement.

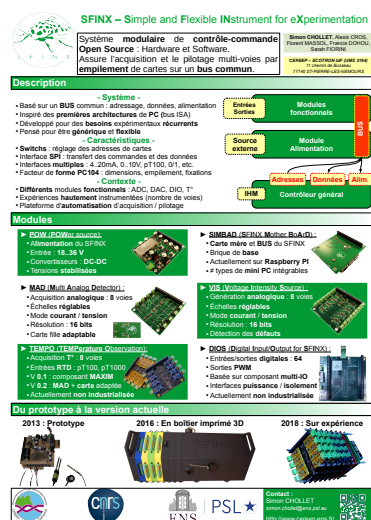


Développement d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde : concept et évolution technologique

Laure NICLAS CHIRURGIEN, MIO, Marseille

La concentration en oxygène dissous est une variable essentielle utilisée pour évaluer la qualité du milieu marin. Sa mesure est primordiale pour comprendre le système océanique au niveau physique (température, salinité), mécanique (vent, brassage) et biologique (photosynthèse, respiration, dégradation des matières organiques). Nous effectuons au laboratoire les analyses discrètes basées sur la méthode Winkler (méthode chimique de référence en milieu aquatique) à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde. Pour améliorer les performances, la qualité des titrages et assurer la pérennité de cette instrumentation dédiée, une évolution technologique était indispensable. L'utilisation de nouveaux composants a permis

d'atteindre une meilleure qualité de mesure (sensibilité, stabilité, reproductibilité). La mise à jour logicielle était également indispensable pour être en adéquation avec la pérennisation du système, les possibilités d'évolution future et une utilisation simplifiée par les néo-utilisateurs. Le choix du langage s'est avéré être un point critique pour atteindre ces objectifs et s'est ainsi porté sur le langage LabVIEW®, support de l'interface homme-machine (IHM).



SFINX : Simple and Flexible INstrument for eXperience

Simon CHOLLET, ECOBIO, Rennes

Les plateformes de l'UMS "CEREEP-Ecotron IdF" sont utilisées pour la recherche en écologie et biologie. Plusieurs plateaux sont disponibles pour le stress et le suivis d'écosystèmes terrestres ou aquatiques. Les projets scientifiques accueillis utilisent des capteurs et instruments de nature différente ayant une multitude d'interfaces matérielles et logicielles. Ces interfaces sont analogiques, numériques, les déclenchements sont par triggers ou non... Les protocoles, les logiciels de pilotage, de visualisation sont standards ou propriétaires, ils sont plus ou moins documentés... Conséquence : un PC par type d'instrument ou de capteur utilisé. Partant de ce constat, le SFINX a été développé comme un système de contrôle-commande modulaire. Il est basé sur le principe d'un "vieux PC" : un bus, une "carte mère",

des cartes "périphériques". Il permet d'empiler les fonctionnalités d'acquisition et de pilotage sur un bus, il centralise l'horloge, il peut prendre en charge plusieurs types d'interfaces et protocoles. Il a été développé dans la philosophie "Open Hardware" et "Open Software".

Jérôme EYSSERIC, OHP, Saint-Michel-l'Observatoire

[illegible]

Antoine GUILLOT, *DT INSU, Plouzané*

[illegible]

29



Mesure de la croissance 3D du dôme de lave du Merapi (Indonésie) par stéréophotogrammétrie

Thierry LATCHIMY¹, Karim KELFOUN², Martial BONTEMPS¹

¹ OPGC UMS 833, ² LMV UMR UMS 6524

Le développement du système et l'installation ont été financés par le projet ANR Domerapi, le LabEx ClerVolc, l'IRD et l'OPGC et conçu à l'OPGC par le SDT (Service de Développement Technologique). Le suivi de cette croissance est en effet une information importante pour les indonésiens, leur permettant de prévoir un éventuel risque d'éruption du volcan. Il est aussi important pour le scientifique d'avoir ces données afin de comprendre la dynamique d'évolution d'un dôme de lave qui n'a jamais été effectué auparavant. Les stations de mesures sont installées sur les flancs du volcan en configuration stéréoscopique

et comprennent un appareil photo haute résolution, une caméra thermique, une webcam et un Raspberrypi et une électronique de contrôle et de gestion d'énergie. Les données sont transférées à l'observatoire indonésien en WIFI sur une distance de 25 kilomètres. Elles sont accessibles depuis l'OPGC puis traitées afin d'effectuer une reconstruction 3D de la croissance du dôme de lave.

DogMonitoring

Thierry LEGOU, LPL, Aix-en-Provence

Ce poster concerne un dispositif embarqué pour l'étude du comportement animal, en particulier pour l'étude de la position de l'allure (vitesse et direction) de l'animal seul ou en interaction avec un homme ou avec un congénère. Ce système autonome, intègre un récepteur GPS dont l'analyse des trames permet de connaître, l'heure à la seconde près, la position absolue (latitude, longitude), la vitesse au sol ainsi que le cap (ou direction). En plus du GPS, un module intégrant accéléromètre 3 axes, un compas et un gyroscope permettent de renseigner sur la posture du chien et en complément des données GPS renseigne sur l'allure du chien. Ces données sont utiles pour l'étude du comportement individuel, mais aussi pour l'étude du comportement en interaction comme par exemple lors d'une interaction homme-chien.



Instrumentation d'un essai de compression

Nicolas MARINO, *GÉOSCIENCES, Montpellier*

Mesure de la déformation d'un cylindre de marbre à partir de jauges de déformation pour tracer la courbe contrainte-déformation et déterminer les modules élastiques du matériau. Il s'agit de la synthèse d'un stage d'IUT Mesures physiques. Les livrables étaient (1) mise en place de la chaîne de mesure de la déformation, (2) création d'un afficheur indiquant en temps réel les valeurs de la déformation et de la contrainte de manière autonome à l'aide d'une carte Arduino, (3) développement d'un VI sous LabView permettant le tracé de la courbe contrainte-déformation, (4) monitoring via Internet (Node-Red) à l'aide d'une Raspberry et (5) étude d'une alternative à LabVIEW (Openlab).



Devenez utilisateur du pack national de licences ALTUM DESIGNER

Christian PERTEL, *CEMES, Toulouse*

Comme 51 électroniciens de notre réseau, profitez de l'accès à une CAO reconnue et rejoignez le groupe RdE/Altium équipé d'un pack de 13 licences mutualisées.

Notre solution mutualisée ALTUM permet un usage en mode On-Demand (activation de la licence par Internet). D'une part, ceci exclut le handicap majeur d'un serveur de licences hébergé au CNRS. D'autre part, ce mode d'utilisation n'a aucun impact sur la vitesse d'exécution du logiciel, une fois l'attribution du jeton accepté (un « Login » au démarrage).



V²TI : PCB pour l'UHV et la cryogénie

Emmanuel STERNITZKY, IPCMS, Strasbourg

Le projet V²TI (Versatile Variable Temperature Insert ou Insert Polyvalent à Température Variable) a été conçu pour améliorer les capacités de l'environnement échantillon de la ligne de lumière DEIMOS en ajoutant la possibilité d'un câblage électrique multiple (12 contacts, 2 orientations) vers l'échantillon. Il est maintenant possible de polariser électriquement l'échantillon, de mesurer des tensions ou des courants électriques à travers l'échantillon, tout en effectuant des mesures par rayons X dans des conditions standard de la ligne : de 20K à 300K et jusqu'à 2T de champ magnétique. Cet insert permet également de faire fonctionner un appareil (par exemple un moteur piézo-électrique), ou n'importe quelle application nécessitant un câblage électrique in situ, dans ces mêmes conditions expérimentales.

BANC DE TEST DES CAPTEURS DE GAZ A SEMI-CONDUCTEURS
C. TALHI, P. MENINI, F. BLANC, B. FRANC

OBJECTIF
Développement d'un banc de caractérisation de capteurs de gaz résistifs ou impédance-métriques pour mono et multi-capteurs à base de semi-conducteurs nanostructurés

Conception et réalisation des capteurs

Conception et réalisation d'un capteur de gaz à base de semi-conducteurs nanostructurés. Le banc de test permet de caractériser les capteurs de gaz à base de semi-conducteurs nanostructurés. Le banc de test est composé d'un banc de mesure et d'un banc de contrôle. Le banc de mesure est composé d'un amplificateur de tension et d'un amplificateur de courant. Le banc de contrôle est composé d'un ordinateur et d'un logiciel de contrôle.

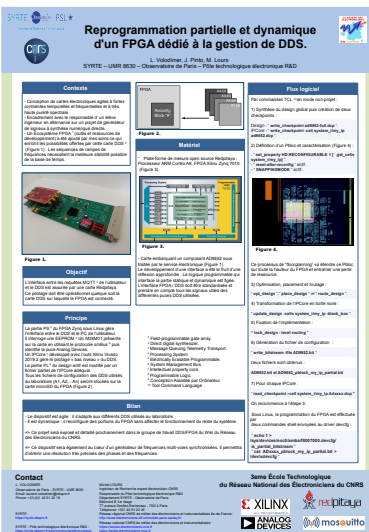
Caractérisation

Caractérisation des capteurs de gaz à base de semi-conducteurs nanostructurés. Le banc de test permet de caractériser les capteurs de gaz à base de semi-conducteurs nanostructurés. Le banc de test est composé d'un banc de mesure et d'un banc de contrôle. Le banc de mesure est composé d'un amplificateur de tension et d'un amplificateur de courant. Le banc de contrôle est composé d'un ordinateur et d'un logiciel de contrôle.

Exemples de gaz utilisés

Monoxyle de carbone, CO, H₂, CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀, C₅H₁₂, C₆H₁₄, C₇H₁₆, C₈H₁₈, C₉H₂₀, C₁₀H₂₂, C₁₁H₂₄, C₁₂H₂₆, C₁₃H₂₈, C₁₄H₃₀, C₁₅H₃₂, C₁₆H₃₄, C₁₇H₃₆, C₁₈H₃₈, C₁₉H₄₀, C₂₀H₄₂, C₂₁H₄₄, C₂₂H₄₆, C₂₃H₄₈, C₂₄H₅₀, C₂₅H₅₂, C₂₆H₅₄, C₂₇H₅₆, C₂₈H₅₈, C₂₉H₆₀, C₃₀H₆₂, C₃₁H₆₄, C₃₂H₆₆, C₃₃H₆₈, C₃₄H₇₀, C₃₅H₇₂, C₃₆H₇₄, C₃₇H₇₆, C₃₈H₇₈, C₃₉H₈₀, C₄₀H₈₂, C₄₁H₈₄, C₄₂H₈₆, C₄₃H₈₈, C₄₄H₉₀, C₄₅H₉₂, C₄₆H₉₄, C₄₇H₉₆, C₄₈H₉₈, C₄₉H₁₀₀, C₅₀H₁₀₂, C₅₁H₁₀₄, C₅₂H₁₀₆, C₅₃H₁₀₈, C₅₄H₁₁₀, C₅₅H₁₁₂, C₅₆H₁₁₄, C₅₇H₁₁₆, C₅₈H₁₁₈, C₅₉H₁₂₀, C₆₀H₁₂₂, C₆₁H₁₂₄, C₆₂H₁₂₆, C₆₃H₁₂₈, C₆₄H₁₃₀, C₆₅H₁₃₂, C₆₆H₁₃₄, C₆₇H₁₃₆, C₆₈H₁₃₈, C₆₉H₁₄₀, C₇₀H₁₄₂, C₇₁H₁₄₄, C₇₂H₁₄₆, C₇₃H₁₄₈, C₇₄H₁₅₀, C₇₅H₁₅₂, C₇₆H₁₅₄, C₇₇H₁₅₆, C₇₈H₁₅₈, C₇₉H₁₆₀, C₈₀H₁₆₂, C₈₁H₁₆₄, C₈₂H₁₆₆, C₈₃H₁₆₈, C₈₄H₁₇₀, C₈₅H₁₇₂, C₈₆H₁₇₄, C₈₇H₁₇₆, C₈₈H₁₇₈, C₈₉H₁₈₀, C₉₀H₁₈₂, C₉₁H₁₈₄, C₉₂H₁₈₆, C₉₃H₁₈₈, C₉₄H₁₉₀, C₉₅H₁₉₂, C₉₆H₁₉₄, C₉₇H₁₉₆, C₉₈H₁₉₈, C₉₉H₂₀₀, C₁₀₀H₂₀₂, C₁₀₁H₂₀₄, C₁₀₂H₂₀₆, C₁₀₃H₂₀₈, C₁₀₄H₂₁₀, C₁₀₅H₂₁₂, C₁₀₆H₂₁₄, C₁₀₇H₂₁₆, C₁₀₈H₂₁₈, C₁₀₉H₂₂₀, C₁₁₀H₂₂₂, C₁₁₁H₂₂₄, C₁₁₂H₂₂₆, C₁₁₃H₂₂₈, C₁₁₄H₂₃₀, C₁₁₅H₂₃₂, C₁₁₆H₂₃₄, C₁₁₇H₂₃₆, C₁₁₈H₂₃₈, C₁₁₉H₂₄₀, C₁₂₀H₂₄₂, C₁₂₁H₂₄₄, C₁₂₂H₂₄₆, C₁₂₃H₂₄₈, C₁₂₄H₂₅₀, C₁₂₅H₂₅₂, C₁₂₆H₂₅₄, C₁₂₇H₂₅₆, C₁₂₈H₂₅₈, C₁₂₉H₂₆₀, C₁₃₀H₂₆₂, C₁₃₁H₂₆₄, C₁₃₂H₂₆₆, C₁₃₃H₂₆₈, C₁₃₄H₂₇₀, C₁₃₅H₂₇₂, C₁₃₆H₂₇₄, C₁₃₇H₂₇₆, C₁₃₈H₂₇₈, C₁₃₉H₂₈₀, C₁₄₀H₂₈₂, C₁₄₁H₂₈₄, C₁₄₂H₂₈₆, C₁₄₃H₂₈₈, C₁₄₄H₂₉₀, C₁₄₅H₂₉₂, C₁₄₆H₂₉₄, C₁₄₇H₂₉₆, C₁₄₈H₂₉₈, C₁₄₉H₃₀₀, C₁₅₀H₃₀₂, C₁₅₁H₃₀₄, C₁₅₂H₃₀₆, C₁₅₃H₃₀₈, C₁₅₄H₃₁₀, C₁₅₅H₃₁₂, C₁₅₆H₃₁₄, C₁₅₇H₃₁₆, C₁₅₈H₃₁₈, C₁₅₉H₃₂₀, C₁₆₀H₃₂₂, C₁₆₁H₃₂₄, C₁₆₂H₃₂₆, C₁₆₃H₃₂₈, C₁₆₄H₃₃₀, C₁₆₅H₃₃₂, C₁₆₆H₃₃₄, C₁₆₇H₃₃₆, C₁₆₈H₃₃₈, C₁₆₉H₃₄₀, C₁₇₀H₃₄₂, C₁₇₁H₃₄₄, C₁₇₂H₃₄₆, C₁₇₃H₃₄₈, C₁₇₄H₃₅₀, C₁₇₅H₃₅₂, C₁₇₆H₃₅₄, C₁₇₇H₃₅₆, C₁₇₈H₃₅₈, C₁₇₉H₃₆₀, C₁₈₀H₃₆₂, C₁₈₁H₃₆₄, C₁₈₂H₃₆₆, C₁₈₃H₃₆₈, C₁₈₄H₃₇₀, C₁₈₅H₃₇₂, C₁₈₆H₃₇₄, C₁₈₇H₃₇₆, C₁₈₈H₃₇₈, C₁₈₉H₃₈₀, C₁₉₀H₃₈₂, C₁₉₁H₃₈₄, C₁₉₂H₃₈₆, C₁₉₃H₃₈₈, C₁₉₄H₃₉₀, C₁₉₅H₃₉₂, C₁₉₆H₃₉₄, C₁₉₇H₃₉₆, C₁₉₈H₃₉₈, C₁₉₉H₄₀₀, C₂₀₀H₄₀₂, C₂₀₁H₄₀₄, C₂₀₂H₄₀₆, C₂₀₃H₄₀₈, C₂₀₄H₄₁₀, C₂₀₅H₄₁₂, C₂₀₆H₄₁₄, C₂₀₇H₄₁₆, C₂₀₈H₄₁₈, C₂₀₉H₄₂₀, C₂₁₀H₄₂₂, C₂₁₁H₄₂₄, C₂₁₂H₄₂₆, C₂₁₃H₄₂₈, C₂₁₄H₄₃₀, C₂₁₅H₄₃₂, C₂₁₆H₄₃₄, C₂₁₇H₄₃₆, C₂₁₈H₄₃₈, C₂₁₉H₄₄₀, C₂₂₀H₄₄₂, C₂₂₁H₄₄₄, C₂₂₂H₄₄₆, C₂₂₃H₄₄₈, C₂₂₄H₄₅₀, C₂₂₅H₄₅₂, C₂₂₆H₄₅₄, C₂₂₇H₄₅₆, C₂₂₈H₄₅₈, C₂₂₉H₄₆₀, C₂₃₀H₄₆₂, C₂₃₁H₄₆₄, C₂₃₂H₄₆₆, C₂₃₃H₄₆₈, C₂₃₄H₄₇₀, C₂₃₅H₄₇₂, C₂₃₆H₄₇₄, C₂₃₇H₄₇₆, C₂₃₈H₄₇₈, C₂₃₉H₄₈₀, C₂₄₀H₄₈₂, C₂₄₁H₄₈₄, C₂₄₂H₄₈₆, C₂₄₃H₄₈₈, C₂₄₄H₄₉₀, C₂₄₅H₄₉₂, C₂₄₆H₄₉₄, C₂₄₇H₄₉₆, C₂₄₈H₄₉₈, C₂₄₉H₅₀₀, C₂₅₀H₅₀₂, C₂₅₁H₅₀₄, C₂₅₂H₅₀₆, C₂₅₃H₅₀₈, C₂₅₄H₅₁₀, C₂₅₅H₅₁₂, C₂₅₆H₅₁₄, C₂₅₇H₅₁₆, C₂₅₈H₅₁₈, C₂₅₉H₅₂₀, C₂₆₀H₅₂₂, C₂₆₁H₅₂₄, C₂₆₂H₅₂₆, C₂₆₃H₅₂₈, C₂₆₄H₅₃₀, C₂₆₅H₅₃₂, C₂₆₆H₅₃₄, C₂₆₇H₅₃₆, C₂₆₈H₅₃₈, C₂₆₉H₅₄₀, C₂₇₀H₅₄₂, C₂₇₁H₅₄₄, C₂₇₂H₅₄₆, C₂₇₃H₅₄₈, C₂₇₄H₅₅₀, C₂₇₅H₅₅₂, C₂₇₆H₅₅₄, C₂₇₇H₅₅₆, C₂₇₈H₅₅₈, C₂₇₉H₅₆₀, C₂₈₀H₅₆₂, C₂₈₁H₅₆₄, C₂₈₂H₅₆₆, C₂₈₃H₅₆₈, C₂₈₄H₅₇₀, C₂₈₅H₅₇₂, C₂₈₆H₅₇₄, C₂₈₇H₅₇₆, C₂₈₈H₅₇₈, C₂₈₉H₅₈₀, C₂₉₀H₅₈₂, C₂₉₁H₅₈₄, C₂₉₂H₅₈₆, C₂₉₃H₅₈₈, C₂₉₄H₅₉₀, C₂₉₅H₅₉₂, C₂₉₆H₅₉₄, C₂₉₇H₅₉₆, C₂₉₈H₅₉₈, C₂₉₉H₆₀₀, C₃₀₀H₆₀₂, C₃₀₁H₆₀₄, C₃₀₂H₆₀₆, C₃₀₃H₆₀₈, C₃₀₄H₆₁₀, C₃₀₅H₆₁₂, C₃₀₆H₆₁₄, C₃₀₇H₆₁₆, C₃₀₈H₆₁₈, C₃₀₉H₆₂₀, C₃₁₀H₆₂₂, C₃₁₁H₆₂₄, C₃₁₂H₆₂₆, C₃₁₃H₆₂₈, C₃₁₄H₆₃₀, C₃₁₅H₆₃₂, C₃₁₆H₆₃₄, C₃₁₇H₆₃₆, C₃₁₈H₆₃₈, C₃₁₉H₆₄₀, C₃₂₀H₆₄₂, C₃₂₁H₆₄₄, C₃₂₂H₆₄₆, C₃₂₃H₆₄₈, C₃₂₄H₆₅₀, C₃₂₅H₆₅₂, C₃₂₆H₆₅₄, C₃₂₇H₆₅₆, C₃₂₈H₆₅₈, C₃₂₉H₆₆₀, C₃₃₀H₆₆₂, C₃₃₁H₆₆₄, C₃₃₂H₆₆₆, C₃₃₃H₆₆₈, C₃₃₄H₆₇₀, C₃₃₅H₆₇₂, C₃₃₆H₆₇₄, C₃₃₇H₆₇₆, C₃₃₈H₆₇₈, C₃₃₉H₆₈₀, C₃₄₀H₆₈₂, C₃₄₁H₆₈₄, C₃₄₂H₆₈₆, C₃₄₃H₆₈₈, C₃₄₄H₆₉₀, C₃₄₅H₆₉₂, C₃₄₆H₆₉₄, C₃₄₇H₆₉₆, C₃₄₈H₆₉₈, C₃₄₉H₇₀₀, C₃₅₀H₇₀₂, C₃₅₁H₇₀₄, C₃₅₂H₇₀₆, C₃₅₃H₇₀₈, C₃₅₄H₇₁₀, C₃₅₅H₇₁₂, C₃₅₆H₇₁₄, C₃₅₇H₇₁₆, C₃₅₈H₇₁₈, C₃₅₉H₇₂₀, C₃₆₀H₇₂₂, C₃₆₁H₇₂₄, C₃₆₂H₇₂₆, C₃₆₃H₇₂₈, C₃₆₄H₇₃₀, C₃₆₅H₇₃₂, C₃₆₆H₇₃₄, C₃₆₇H₇₃₆, C₃₆₈H₇₃₈, C₃₆₉H₇₄₀, C₃₇₀H₇₄₂, C₃₇₁H₇₄₄, C₃₇₂H₇₄₆, C₃₇₃H₇₄₈, C₃₇₄H₇₅₀, C₃₇₅H₇₅₂, C₃₇₆H₇₅₄, C₃₇₇H₇₅₆, C₃₇₈H₇₅₈, C₃₇₉H₇₆₀, C₃₈₀H₇₆₂, C₃₈₁H₇₆₄, C₃₈₂H₇₆₆, C₃₈₃H₇₆₈, C₃₈₄H₇₇₀, C₃₈₅H₇₇₂, C₃₈₆H₇₇₄, C₃₈₇H₇₇₆, C₃₈₈H₇₇₈, C₃₈₉H₇₈₀, C₃₉₀H₇₈₂, C₃₉₁H₇₈₄, C₃₉₂H₇₈₆, C₃₉₃H₇₈₈, C₃₉₄H₇₉₀, C₃₉₅H₇₉₂, C₃₉₆H₇₉₄, C₃₉₇H₇₉₆, C₃₉₈H₇₉₈, C₃₉₉H₈₀₀, C₄₀₀H₈₀₂, C₄₀₁H₈₀₄, C₄₀₂H₈₀₆, C₄₀₃H₈₀₈, C₄₀₄H₈₁₀, C₄₀₅H₈₁₂, C₄₀₆H₈₁₄, C₄₀₇H₈₁₆, C₄₀₈H₈₁₈, C₄₀₉H₈₂₀, C₄₁₀H₈₂₂, C₄₁₁H₈₂₄, C₄₁₂H₈₂₆, C₄₁₃H₈₂₈, C₄₁₄H₈₃₀, C₄₁₅H₈₃₂, C₄₁₆H₈₃₄, C₄₁₇H₈₃₆, C₄₁₈H₈₃₈, C₄₁₉H₈₄₀, C₄₂₀H₈₄₂, C₄₂₁H₈₄₄, C₄₂₂H₈₄₆, C₄₂₃H₈₄₈, C₄₂₄H₈₅₀, C₄₂₅H₈₅₂, C₄₂₆H₈₅₄, C₄₂₇H₈₅₆, C₄₂₈H₈₅₈, C₄₂₉H₈₆₀, C₄₃₀H₈₆₂, C₄₃₁H₈₆₄, C₄₃₂H₈₆₆, C₄₃₃H₈₆₈, C₄₃₄H₈₇₀, C₄₃₅H₈₇₂, C₄₃₆H₈₇₄, C₄₃₇H₈₇₆, C₄₃₈H₈₇₈, C₄₃₉H₈₈₀, C₄₄₀H₈₈₂, C₄₄₁H₈₈₄, C₄₄₂H₈₈₆, C₄₄₃H₈₈₈, C₄₄₄H₈₉₀, C₄₄₅H₈₉₂, C₄₄₆H₈₉₄, C₄₄₇H₈₉₆, C₄₄₈H₈₉₈, C₄₄₉H₉₀₀, C₄₅₀H₉₀₂, C₄₅₁H₉₀₄, C₄₅₂H₉₀₆, C₄₅₃H₉₀₈, C₄₅₄H₉₁₀, C₄₅₅H₉₁₂, C₄₅₆H₉₁₄, C₄₅₇H₉₁₆, C₄₅₈H₉₁₈, C₄₅₉H₉₂₀, C₄₆₀H₉₂₂, C₄₆₁H₉₂₄, C₄₆₂H₉₂₆, C₄₆₃H₉₂₈, C₄₆₄H₉₃₀, C₄₆₅H₉₃₂, C₄₆₆H₉₃₄, C₄₆₇H₉₃₆, C₄₆₈H₉₃₈, C₄₆₉H₉₄₀, C₄₇₀H₉₄₂, C₄₇₁H₉₄₄, C₄₇₂H₉₄₆, C₄₇₃H₉₄₈, C₄₇₄H₉₅₀, C₄₇₅H₉₅₂, C₄₇₆H₉₅₄, C₄₇₇H₉₅₆, C₄₇₈H₉₅₈, C₄₇₉H₉₆₀, C₄₈₀H₉₆₂, C₄₈₁H₉₆₄, C₄₈₂H₉₆₆, C₄₈₃H₉₆₈, C₄₈₄H₉₇₀, C₄₈₅H₉₇₂, C₄₈₆H₉₇₄, C₄₈₇H₉₇₆, C₄₈₈H₉₇₈, C₄₈₉H₉₈₀, C₄₉₀H₉₈₂, C₄₉₁H₉₈₄, C₄₉₂H₉₈₆, C₄₉₃H₉₈₈, C₄₉₄H₉₉₀, C₄₉₅H₉₉₂, C₄₉₆H₉₉₄, C₄₉₇H₉₉₆, C₄₉₈H₉₉₈, C₄₉₉H₁₀₀₀, C₅₀₀H₁₀₀₂, C₅₀₁H₁₀₀₄, C₅₀₂H₁₀₀₆, C₅₀₃H₁₀₀₈, C₅₀₄H₁₀₁₀, C₅₀₅H₁₀₁₂, C₅₀₆H₁₀₁₄, C₅₀₇H₁₀₁₆, C₅₀₈H₁₀₁₈, C₅₀₉H₁₀₂₀, C₅₁₀H₁₀₂₂, C₅₁₁H₁₀₂₄, C₅₁₂H₁₀₂₆, C₅₁₃H₁₀₂₈, C₅₁₄H₁₀₃₀, C₅₁₅H₁₀₃₂, C₅₁₆H₁₀₃₄, C₅₁₇H₁₀₃₆, C₅₁₈H₁₀₃₈, C₅₁₉H₁₀₄₀, C₅₂₀H₁₀₄₂, C₅₂₁H₁₀₄₄, C₅₂₂H₁₀₄₆, C₅₂₃H₁₀₄₈, C₅₂₄H₁₀₅₀, C₅₂₅H₁₀₅₂, C₅₂₆H₁₀₅₄, C₅₂₇H₁₀₅₆, C₅₂₈H₁₀₅₈, C₅₂₉H₁₀₆₀, C₅₃₀H₁₀₆₂, C₅₃₁H₁₀₆₄, C₅₃₂H₁₀₆₆, C₅₃₃H₁₀₆₈, C₅₃₄H₁₀₇₀, C₅₃₅H₁₀₇₂, C₅₃₆H₁₀₇₄, C₅₃₇H₁₀₇₆, C₅₃₈H₁₀₇₈, C₅₃₉H₁₀₈₀, C₅₄₀H₁₀₈₂, C₅₄₁H₁₀₈₄, C₅₄₂H₁₀₈₆, C₅₄₃H₁₀₈₈, C₅₄₄H₁₀₉₀, C₅₄₅H₁₀₉₂, C₅₄₆H₁₀₉₄, C₅₄₇H₁₀₉₆, C₅₄₈H₁₀₉₈, C₅₄₉H₁₁₀₀, C₅₅₀H₁₁₀₂, C₅₅₁H₁₁₀₄, C₅₅₂H₁₁₀₆, C₅₅₃H₁₁₀₈, C₅₅₄H₁₁₁₀, C₅₅₅H₁₁₁₂, C₅₅₆H₁₁₁₄, C₅₅₇H₁₁₁₆, C₅₅₈H₁₁₁₈, C₅₅₉H₁₁₂₀, C₅₆₀H₁₁₂₂, C₅₆₁H₁₁₂₄, C₅₆₂H₁₁₂₆, C₅₆₃H₁₁₂₈, C₅₆₄H₁₁₃₀, C₅₆₅H₁₁₃₂, C₅₆₆H₁₁₃₄, C₅₆₇H₁₁₃₆, C₅₆₈H₁₁₃₈, C₅₆₉H₁₁₄₀, C₅₇₀H₁₁₄₂, C₅₇₁H₁₁₄₄, C₅₇₂H₁₁₄₆, C₅₇₃H₁₁₄₈, C₅₇₄H₁₁₅₀, C₅₇₅H₁₁₅₂, C₅₇₆H₁₁₅₄, C₅₇₇H₁₁₅₆, C₅₇₈H₁₁₅₈, C₅₇₉H₁₁₆₀, C₅₈₀H₁₁₆₂, C₅₈₁H₁₁₆₄, C₅₈₂H₁₁₆₆, C₅₈₃H₁₁₆₈, C₅₈₄H₁₁₇₀, C₅₈₅H₁₁₇₂, C₅₈₆H₁₁₇₄, C₅₈₇H₁₁₇₆, C₅₈₈H₁₁₇₈, C₅₈₉H₁₁₈₀, C₅₉₀H₁₁₈₂, C₅₉₁H₁₁₈₄, C₅₉₂H₁₁₈₆, C₅₉₃H₁₁₈₈, C₅₉₄H₁₁₉₀, C₅₉₅H₁₁₉₂, C₅₉₆H₁₁₉₄, C₅₉₇H₁₁₉₆, C₅₉₈H₁₁₉₈, C₅₉₉H₁₂₀₀

Bernard TREGON, LOMA, Talence



Pilotage multi-DDS par reconfiguration partielle d'un FPGA Redpitaya

Laurent VOLODIMER, SYRTE, Paris

A chaque connexion à chaud d'une carte DDS Analog Devices, la Redpitaya en charge du pilotage lit le contenu d'une mémoire présente sur la carte. Fort des informations contenues dans celle-ci, le FPGA se reprogramme partiellement pour implémenter l'ipcore adéquat.

Informations pratiques

Cette **3e École Technologique** se déroulera à Saint-Malo. Les cours seront dispensés, le lundi et le vendredi, à l'**Hôtel Chateaubriand** dans la salle Duguay Trouin et le mardi, mercredi, jeudi au **Palais du Grand Large** dans l'espace Lamennais.

Hôtel Chateaubriand
12 Place Chateaubriand
35412 Saint-Malo

Palais du Grand Large
1 Quai Duguay-Trouin
35400 Saint-Malo

Le Wi-Fi sera disponible pendant l'école. Les identifiants de connexion vous seront fournis sur place.

L'hébergement sera assuré par l'hôtel Chateaubriand et l'hôtel de la Cité à 2mn à pieds de ce premier.

Comment se rendre à l'École Technologique ?

L'hôtel Chateaubriand et le Palais du Grand Large se situent à une vingtaine de minutes à pieds de la gare SNCF de Saint-Malo.

