

SEPTEMBRE - OCTOBRE 2019

Editorial :

La nouvelle rentrée universitaire est marquée pour les étudiants étrangers non communautaires par une forte augmentation des droits d'inscription en licence et master. Une très récente décision du conseil constitutionnel sur la gratuité de l'enseignement supérieur, https://www.lemonde.fr/societe/article/2019/10/12/gratuite-de-l-enseignement-superieur-cinq-questions-sur-la-decision-du-conseil-constitutionnel_6015222_3224.html devrait peut-être faire changer les choses.

Le financement de la recherche fait également l'objet de beaucoup de commentaires en ce moment qui sont bien explicités dans un article de **David Larousserie** dans le MONDE : https://www.lemonde.fr/sciences/article/2019/10/14/le-blues-des-chercheurs-francais_6015488_1650684.html.

Un groupe de recherche de sociologues italo-français a mené une étude sur la relation entre collaboration et créativité avec des résultats intéressants : <https://phys.org/news/2019-10-cooperative-creativity-reveals-efficient-team.html>

Actuellement plusieurs troubles secouent de nombreux pays d'Amérique latine. Les sciences et l'éducation ne sont pas épargnées car de nombreuses restrictions budgétaires les touchent. L'illustration suivante vient de m'être envoyée, elle concerne le SOS émis par nos confrères d'Argentine touchés par la crise de financement de la science et de l'université en Argentine. Vous trouverez sur le site suivant <https://sosciencia.net.ar/> des informations concernant cette crise.





Cette image prise en Colombie montre le « résultat » d'une manifestation d'étudiants pour obtenir une amélioration du budget de l'éducation :

*Riot police take cover under their shields during clashes with university students demanding **better funding for education***

*Source : Photograph: Raúl Arboleda/AFP via Getty Images Publié dans **The Guardian**.*

Vous trouverez dans ce bulletin en plus des nouvelles, les rubriques suivantes:

Travaux pratiques :

- ✓ Mesure de la constante h avec des moyens très simples, on peut considérer que c'est également un TP de mécanique quantique. On peut rappeler ici que les mesures de la constante c et g peuvent également s'effectuer simplement. (**Michael Steinitz**)
- ✓ Enseigner la Démarche Expérimentale à l'Heure de l'Open Design. (**Pierre Carles**)
- ✓ Transfert d'énergie sans-fil par induction, un excellent support pédagogique (**Arouna Darga**)

Logiciels libres pour traiter les données en physique, cas des ondes radio:

Jean Michel Friedt (laboratoire FEMTO-ST, UMR CNRS) nous envoie un article consacré aux logiciels libres pour le traitement des données en physique, c'est une première approche qu'il essaiera de développer dans des ateliers (à organiser) plus tard.

Témoignage :

J'ai rencontré un jeune Docteur Togolais Mr. Douiti Dam-Be qui était en post doc à l'école Polytechnique, qui retourne enseigner au Togo et à qui j'ai demandé un témoignage.

Notes et articles concernant le développement

NOUVELLES :

- ✓ **Conférence Optisud à Tunis :** cette conférence a été organisée à Tunis par le professeur Mourad Zghal, elle concernait les applications de l'optique pour le développement durable ainsi que la recherche fondamentale dans divers domaines de l'optique. Le nombre des participants-es était de 71 dont 20 femmes, 24 étudiants-es dont 11 femmes ont pu participer. Les organisateurs avaient choisi de permettre aux étudiants-es de présenter des communications orales, trois prix étant décernés aux meilleures contributions.

Les organisations suivantes ont participé au succès de la conférence : Tunisian Society of Optics, ICO (International Council on Optics), IUPAP C17 commission (Laser Physics and Photonics), OSA, SPIE, IUPAP C13 (Physics for Development), the Iberamerican network on Optics (RIAO) et l'African Laser Center (ALC).

François Piuzzi y représentait la commission C13 (IUPAP) et la commission « Physique et optique sans Frontières ». Après une communication orale sur **NEW METHODS FOR BUILDING SCIENTIFIC INSTRUMENT AT SUSTAINABLE COST**, il a organisé un atelier de type « science frugale » en optique qui a été apprécié, peut-être à cause de sa simplicité.

Vingt pays étaient impliqués : Afrique du Sud, Algérie, Arabie-Saoudite, Allemagne, Canada, Côte d'Ivoire, Egypte, Espagne, France, Inde, Italie, Japon, Maroc, Pologne, UK, Russie, Sénégal, Tunisie, USA, Zimbabwe.

- ✓ Réunion « **Afrique** » à l'IOP (Institute Of Physics - Londres) avec des membres de la commission C13 (Physics for Development) : elle avait pour but de fournir à l'IOP des renseignements complémentaires sur la situation de la physique en Afrique afin que les coopérations que les relations internationales de l'IOP veulent amplifier avec l'Afrique puissent être plus efficaces. Cela passe aussi par une meilleure définition des actions à entreprendre, en particulier dans les quatre grands domaines principaux choisis par l'IOP :
 - Intelligence Artificielle (AI) et big data,
 - Infrastructures
 - Energie
 - Climat & Météo

- ✓ Actualité du **Challenge Physique expérimentale** en cours au Cameroun (**en coopération avec l'association APSA**) : cette deuxième édition arrive à son terme grâce aux efforts du professeur Paul Wofo et les lauréats seront connus pour fin octobre, la remise des prix aura lieu lors du congrès de la Société de Physique du Cameroun qui se tiendra à l'Université de Dschang. Deux membres de Physique sans Frontières y assisteront, Dave Lollman et Jacques Cousty.
- ✓ **Histoire du prix Nobel pakistanais ABDUS SALAM fondateur de l'ICTP à l'origine d'un documentaire** :
<http://www.bbc.com/culture/story/20191014-abdus-salam-the-muslim-science-genius-forgotten-by-history>

- ✓ **Rencontre Franco-Péruvienne de chercheurs 15 novembre 14H – 18H ENS rue Lhomond**
Cette rencontre organisée par **Jorge Linares** (Professeur Emérite USVQ) a pour but de faire connaître les domaines de recherche impliquant des chercheurs français au Pérou ainsi que les chercheurs d'origine péruvienne en France, tenter de dégager des nouveaux domaines de recherche d'intérêt pour le Pérou et susciter de nouvelles coopérations, déterminer des sujets de thèse dans ces domaines pouvant être développés au Pérou.
Programme : [2019 Paris Autumn International Scientific Meeting, November 15 th, 2019](#)

- ✓ La dernière édition (octobre) de la **lettre d'information de l'APS (American Physical Society) pour l'Afrique** est disponible à <https://mailchi.mp/f0ac5e74bc84/african-physics-newsletter-092019?e=1345a8d3c2>

- ✓ **Dave Lollman** nous envoie le compte rendu du **Colloque sur les Objets et systèmes Connectés – (COC2019)** qu'il a organisé au Maroc que nous incluons dans le prochain Bulletin et qui fera l'objet d'un article dans Reflets de la Physique.



Colloque sur les Objets et systèmes Connectés – COC2019^{1er} Colloque International sur les Objets et Systèmes Connectés, Casablanca MAROC, 17-18 juin 2019

Fabrice AUBÉPART, Dave LOLLMAN fabrice.aubepart@univ-amu.fr dave.lollman@univ-amu.fr

Institut Universitaire de Technologie d'Aix-Marseille, Aix-Marseille Université

142, Traverse Charles Susini - 13013 Marseille

Les 17 et 18 juin 2019 se sont déroulés le colloque sur les Objets et systèmes Connectés (COC2019 - coc2019.sciencesconf.org) à l'Ecole Supérieure de Technologie (EST) de l'Université Hassan 2 de Casablanca au Maroc.

Ce colloque, présenté comme un échange de connaissances, sous la forme d'un "souk des connaissances", a rassemblé près de 140 acteurs - enseignants, chercheurs, professionnels et étudiants autour des thématiques très diverses concernant les objets et systèmes connectés (l'internet des objets ou, plus connu sous son appellation anglosaxonne, « Internet of Things - IoT ») :

1. Etude, Conception, Fabrication de l'objet (électronique, microélectronique, interfaces, PCB, énergie...)
2. Programmation de l'objet et des gateways (langage, applications, OS, méthodes...)
3. Communication et connectivité (réseaux, protocoles, RF, antennes...)
4. Cybersécurité (sécurité matérielle et/ou logicielle)
5. Accès cloud, traitements big data
6. Applications : énergies renouvelables, industrielles, médicales, sociétales, etc.

Le programme de cette manifestation était très chargé avec l'organisation de 2 conférences plénières le premier jour : la première concernait un exposé des systèmes connectés appliqués à la e-santé et était présenté par M. Eric BASSO de la société Aixoise @Health ; la seconde a fait part d'un état de l'art sur le « Big data Analytics for IoT-based smart system », et a été présentée par la professeur Hajar MOUSSANIF de l'Université Cadi Ayyad de Marrakech.

Par ailleurs, six sessions orales et trois sessions posters ont permis de présenter des travaux en recherche ou en pédagogie, dans les thématiques très variés citées précédemment.

Enfin, une table ronde a été organisé en fin de première journée sur le sujet « *Enseigner l'Internet des objets : Qui, quoi, comment* » et animée par plusieurs universitaires et acteurs professionnels du domaine des IoT.

La physique était aussi à l'honneur dans de nombreux exposés. Bien des projets présentaient une utilisation des sciences de la physique dans ce domaine dynamique des objets connectés. Que cela soit

au niveau des procédés de conception et de fabrication des objets (antennes, capteurs, etc.) que leur mise en application.

Citons, entre autres, les travaux de Mme SMIHILY sur les « antennes adaptatives dans les systèmes Radar » ou ceux de M. Reha ABDELALI sur la conception d'antennes « dual band ».

Les travaux de Mme Benkirane Fatima EZZAHRA concernant un « dispositif de mesure et de supervision de l'énergie récupérée des ralentisseurs routiers intelligents » ou bien le projet « Constellation », un réseau de capteurs déployés pour la caractérisation des systèmes et de l'environnement », présenté par M. Frédéric REY, sont des exemples d'utilisation de ces objets dans le cadre de la régulation de grandeurs physiques grâce à des objets connectés.

La cybersécurité est aussi une préoccupation actuelle mise en évidence par plusieurs exposés. Nous retiendrons plus particulièrement, le travail pédagogique de M. Christophe TILMANT, concernant sa démarche « d'évaluation des travaux pratiques d'un cours sur la cybersécurité sur les objets connectés ».

Par ailleurs, trois projets pédagogiques ou projets d'étudiants ont été récompensés à la fin de la deuxième journée :

- 1^{er} : « Conception et réalisation d'une maison intelligente »
Organisme : ISGA Marrakech, Maroc
Auteurs : Reha ABDELATI, Hicham OUNAYN, Marouane KELLILI, Nabil EL ABDI, Ismaili OUMNIA, Mouloud SATAR, Marouane BOUCHOUIRBAT, Abderazzak GOUCHEG
- 2^{ème} : « Système de supervision d'une centrale photovoltaïque pour les particuliers.
Organisme : IUT de Nîmes, France
Auteurs : Franck LECAT, Wilfried DESRAT
- 3^{ème} : « Casquette intelligente connectée à but préventif »
Organisme : ISGA Marrakech, Maroc
Auteurs : Yassine SAFSOUF, Lahcen AIT IBOUREK, Reha ABDELATI

Le meilleur poster étudiant a été attribué à :

- « Vers la mise en place d'une plateforme IoT d'aide au diagnostic des maladies neuromusculaires via les Smartphones comme objets connectés »
Organisme : ENSAJ UCD El-Jadida, Maroc Auteurs : Ibrahim Traoré NOUHOUM, Mariam TIOTIO BERTHE, Abdelhak AQQAL



*Les lauréats des projets pédagogiques / projets étudiants et les organisateurs du Colloque CoC2019
Abdelkebir EL AMRI, Fabrice AUBEPART, Dave LOLLMAN*

Enfin, huit articles pertinents seront prochainement publiés dans la revue "méditerranéenne de télécommunications" (RMT ISSN: 2458-6765), mais l'ensemble des articles se trouvent en libre consultation sous la plateforme d'archives ouvertes HAL dans la collection <https://hal.archives-ouvertes.fr/COC2019>

Le rôle et les activités de la Société Française de Physique (SFP), partenaire de cette manifestation, ont aussi été largement présentés par M. Dave LOLLMAN. Des échanges très riches ont permises d'envisager une collaboration future avec certains représentants marocains à court terme.



La Commission Physique sans Frontières de la Société Française de Physique représentée par son Vice-Président Dave LOLLMAN.

TRAVAUX PRATIQUES :

Mesurer la constante de Planck (envoyé par Michael Steinitz -Canada- et voir poster ci-après) :

This practical was developed by retired StFX physics professor Antonio Weingartshofer and George van Audenhove, P.Eng. You use five inexpensive LED's, which we bought from Digikey
<http://dkc1.digikey.com/ca/diqihome.html>

Colour	wavelength in nm	Digikey Catalog number	Price (Can\$)
1 red	660	67-1612-ND	0.73
2 orange	610	67-113-ND	1.25
3 yellow	590	67-1115-ND	0.92
4 green	502	67-1755-ND	3.71
5 blue	470	67-1750-ND	3.03

Then you use a variable DC power supply (or three 1.5Volt batteries and a potentiometer) with a digital multimeter to do the experiment. (Canadian Tire has one for \$31.49, #25-1031-2 but they are often on sale for less.)

Connect the LED's, in turn, to the voltage supply and vary the voltage until the light is on. Then back off the voltage until the LED is clearly OFF and record that voltage, V. The measured potential difference, V, gives the electrons sufficient energy to overcome some energy barrier (not a word about semiconductor band-gaps, please). When the electrons drop back down in energy they give off light.

Planck told us that:

$eV = hc/\text{wavelength} + \text{some intercept}$ (where h is Planck's constant and c is the velocity of light.)

Thus you can now find h from the slope of a plot of the OFF-voltage, V, vs. $1/\text{wavelength}$.

Juste après avoir reçu cette info j'ai découvert le poster suivant vendu sur le site **The thought emporium**
<https://www.thethoughtemporium.com/> (information envoyée par **Mejdi Nciri**) qui traite du même sujet.

Georges Khaznadar m'a fait remarquer qu'il fallait que le fonctionnement des leds utilisées soit presque parfait pour que le résultat soit correct, en effet s'il y a une dissipation thermique la formule devient $E = hv + \text{cste}$.

Thanks to Einstein we know that the energy of a photon (E) is equal to the frequency (ν) of the photon multiplied by the Planck constant (h):

$$E = \nu h$$

We also know that the frequency of a photon is equal to the speed of light (c) divided by its wavelength (λ):

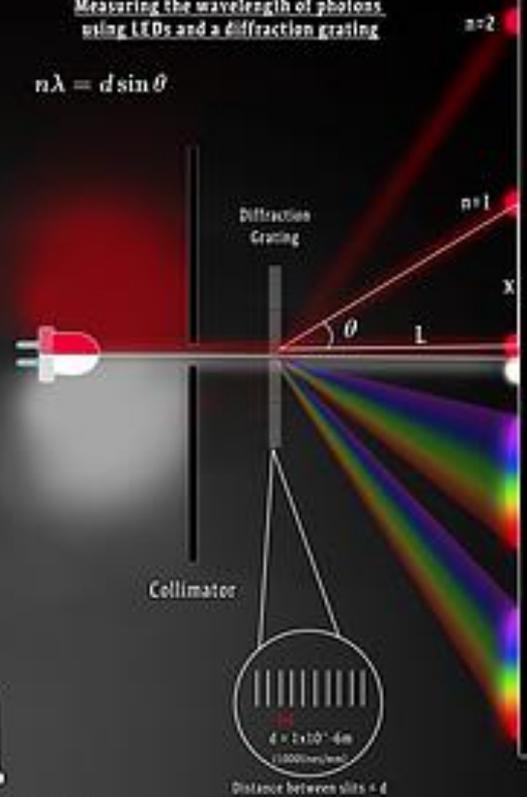
$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

If we combine these and rearrange to solve for the Planck constant, we see that we can estimate the real value of the constant so long as we know the energy and wavelength of a photon.

$$\frac{E \lambda}{c} = h$$

Measuring the wavelength of photons using LEDs and a diffraction grating

$$n\lambda = d \sin \theta$$



h

Measuring Planck's Constant

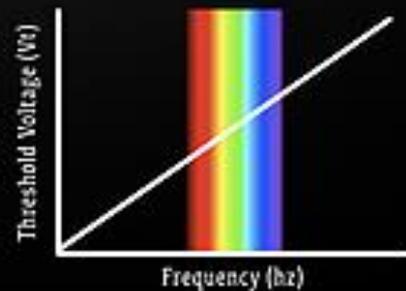
Discovered in 1900 by Max Planck, the Planck constant is the center piece of most of quantum mechanics. The constant is what is called a proportionality constant and is essentially the minimum energy of an electromagnetic wave. So all higher energies are an just an integer multiple of this minimum.

Measuring the energy of photons using the threshold voltage of LEDs



The threshold voltage (V_t) of an LED is the amount of voltage required to make the LED start producing photons. To convert the measured threshold voltage to energy, we multiply by the elementary charge constant ($e = 1.602 \times 10^{-19}$):

$$E = eV_t$$



When high intensity pairs of photons enter a nonlinear crystal like Lithium triborate (LBO), they can merge into a single photon with half the wavelength and twice the energy.

This effect is known as

Second Harmonic Generation or Frequency Doubling

Using different input frequencies, it's possible to produce light of a variety of wavelengths.
946nm light is used for blue lasers.
1064nm light is used for green and so on.

Main Optical Cavity

LBO

ND:YAG

Focusing Optics

Neodymium Doped Yttrium Aluminum Garnet (Nd:YAG)

473nm Photons

946nm Photons

946nm
1064nm
1123nm

Electrons orbiting Neodymium atoms absorb incoming 808nm photons and then release the energy first through collisions called phonons, then as 3 of several wavelengths of light.

Pumped by the incoming 808nm light the YAG crystal can undergo induced emission of light as photons of the same wavelength, phase and in the same direction as passing photons.

Diode Pumped Solid State (DPSS) Lasers get their name from the high intensity laser diode that is the main source of input energy in the system. Typically a 808nm diode is used.

© 2010, Leah Alford The Thought Emporium

Poster Doublement de fréquence (pour information).

Sites concernant la vente de petites expériences de démonstration envoyés par Michael Steinitz (Canada)

<https://www.arborsci.com/products/exploring-newton-first-law-inertia-kit>



A small "rail gun" <https://www.arborsci.com/products/electromagnetic-force-demonstrator>



<https://www.arborsci.com/products/mini-ripple-tank>



<https://www.arborsci.com/products/electrostatic-high-voltage-genecon>



<https://www.arborsci.com/products/cloud-chamber>



<https://www.arborsci.com/products/monkey-and-hunter>



<https://www.arborsci.com/products/ballistics-car>



<https://www.arborsci.com/products/magnetic-accelerator>



<https://www.arborsci.com/products/bicycle-wheel-gyroscope>



ENSEIGNER LA DEMARCHE EXPERIMENTALE A L'HEURE DE L'OPEN DESIGN (Pierre Carles)

[Enseignant chercheur](#) Sorbonne Université, (Mécanique ANR / Capsule / Erasmus / H2020 / SU)

Information envoyée par **Arouna Darga**

<http://www.capsule.sorbonne-universite.fr/fr/node/562>

Dans le cadre d'un appel à projets initialement porté par le réseau Polytech puis ouvert sur la Faculté des Sciences et d'Ingénierie de Sorbonne Université, nous développons depuis deux ans un projet autour de la formation par et pour la démarche expérimentale.

Ce projet est parti d'un double constat. Avec l'augmentation des flux d'étudiants et la faible disponibilité en locaux dédiés, appuyer nos enseignements disciplinaires sur des activités expérimentales « en situation » est devenu de plus en plus difficile. Pourtant, en parallèle, la massification du marché des capteurs embarqués et la démocratisation des microcontrôleurs autour des « écosystèmes » Arduino et Raspberry Pi permettent aujourd'hui de développer des instruments de mesure miniaturisés à très faible coût.



Sur la base de ce constat, nous développons un projet pédagogique articulé autour de la conception d'une famille de démonstrateurs pédagogiques orientés vers les Sciences de l'Ingénieur et la Physique Appliquée, et partageant les caractéristiques suivantes :

- **Chaque démonstrateur doit être manipulable directement par l'étudiant sans formation initiale afin d'illustrer un phénomène physique d'intérêt**
- **Les démonstrateurs doivent être suffisamment petits, légers et simples d'utilisation pour être déployés à la demande dans des salles de TD banalisées**
- **Le coût des composants et de la fabrication de chaque démonstrateur doit être compris entre quelques dizaines d'euros et 100 € (hors main-d'œuvre), afin d'en multiplier le nombre mis à disposition des étudiants**
- **Les éléments de conception de chaque démonstrateur seront gratuitement partagés en ligne sous une licence Open Source, avec l'ambition de constituer petit à petit une communauté d'enseignants qui mutualiseront leurs pratiques et proposeront de nouveaux démonstrateurs**

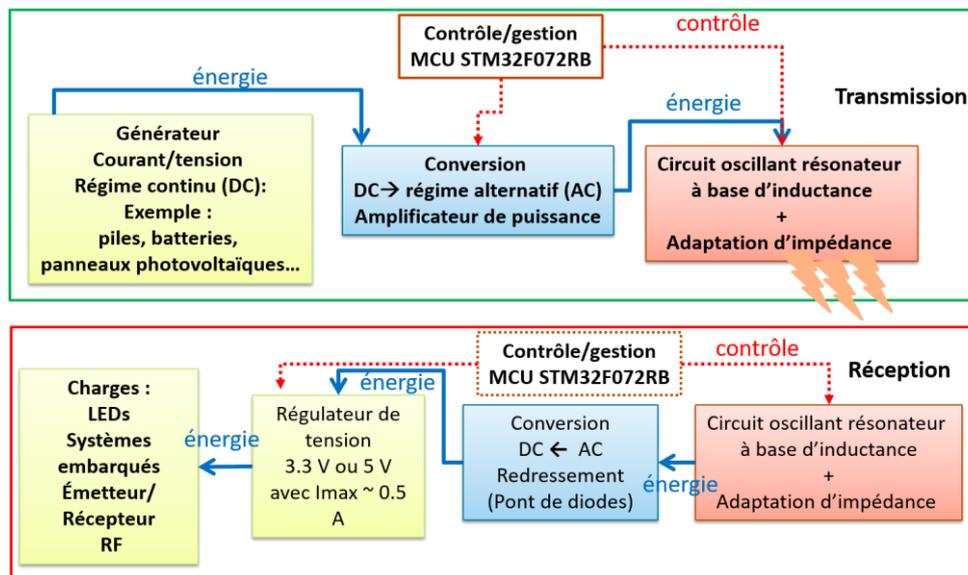
L'exploitation pédagogique de ces démonstrateurs pourra se faire sous la forme classique d'un TP, ou bien, de manière plus intéressante, comme une séquence expérimentale organisée au sein d'un TD

classique ou d'une séance d'Apprentissage par Problème. A la date du dépôt de cette proposition, une première série de démonstrateurs centrés sur l'enseignement de la Thermodynamique a déjà été réalisée et est prête à intégrer les enseignements associés pour tout enseignant volontaire. **On l'aura compris, l'une de nos ambitions, par l'intégration de ces démonstrateurs, est d'améliorer le rapport de nos étudiants à l'expérience concrète, aux ordres de grandeurs ainsi qu'aux incertitudes intrinsèques à tout processus expérimental. Pour autant, l'impact réel d'un tel dispositif sur nos étudiants demeure une inconnue.**

Dans le cadre de ce premier Appel à Projet Capsule, nous sollicitons la structure pour nous aider à définir, mettre en œuvre et analyser un véritable programme de mesure de l'impact du projet sur les acquis théoriques et opérationnels des étudiants qui y auront été soumis. L'analyse d'impact pourra porter à la fois sur une mesure quantitative des acquis en regard d'une cohorte de contrôle et sur une étude qualitative de la dynamique personnelle d'apprentissage de l'étudiant en situation. En nous reposant sur le premier volant d'instruments déjà développés et sur un petit nombre d'enseignants volontaire à constituer, nous souhaiterions déployer nos premiers cycles d'analyse et de mesures en situation dès la rentrée de septembre 2018.

Seule structure capable de nous fournir une compétence en sciences de l'éducation que nous ne possédons pas, le soutien de Capsule nous permettra, nous l'espérons, d'identifier de manière fiable l'impact pédagogique de notre projet sur les acquis de nos étudiants en Sciences de l'Ingénieur et en Physique Appliquée.

TRANSFERT D'ENERGIE SANS-FIL PAR INDUCTION, UN EXCELLENT SUPPORT PEDAGOGIQUE par Arouna Darga Enseignant chercheur Sorbonne Université, ([Polytech-Sorbonne](#), Electronique et Informatique Industrielle)



Le transfert d'énergie sans contact, ou encore le transfert d'énergie sans fil, est un terme générique pour désigner différentes techniques permettant de transférer de l'énergie électrique à distance, sans liaison physique, d'un dispositif émetteur (ou antenne émettrice) vers un dispositif récepteur (ou antenne réceptrice). Ce mode de transfert d'énergie peut prendre différentes formes :

- induction magnétique,
- influence électrique,
- rayonnement électromagnétique (ondes radio, micro-ondes, laser infrarouge)

Bien qu'inefficace, le transfert d'énergie sans contact (WPT pour Wireless Power Transfer) trouve des applications dans de nombreux domaines, allant de l'électronique mobile (recharge de smartphones, ordinateurs portables, tablettes, GPS...), au secteur des transports (voitures, bus, tramways, etc.), en passant par les implants actifs en médecine (stimulateurs cardiaques, défibrillateurs, prothèses auditives, pompes à insuline, valves cérébrales...). Dans ce type d'applications, l'énergie électrique transmise va servir à charger une batterie

Au-delà des applications, comme le montre la figure ci-dessus, le transfert d'énergie sans contact par induction magnétique est un excellent support pédagogique pour traiter les sujets suivants :

- la conversion d'énergie électrique : DC/AC, AC/DC, régulation
- le dimensionnement et le choix de composants d'électronique de puissance pour optimiser les performances
- la mesure de la puissance
- les systèmes embarqués
- l'électromagnétisme

En y rajoutant progressivement les concepts (circuits RLC résonants, conversion d'énergie, transmission de l'information, modélisation électromagnétique...), le projet peut être adapté à différents niveaux d'études ou publics : lycées, DUT, cycle ingénieurs et master.

LOGICIELS LIBRES POUR LE TRAITEMENT DE SIGNAUX EN PHYSIQUE EXPERIMENTALE (domaine des radiofréquences) : Jean-Michel Friedt, FEMTO-ST, UMR CNRS Temps-Fréquence, Besançon, France

La physique, expérimentale en particulier, se heurte aujourd'hui à la problématique de traiter la masse de données générées par des systèmes d'acquisition toujours plus rapides avec des bandes passantes de plus en plus larges. A titre d'exemple, un récepteur de radio logicielle [1, 2] basé sur un récepteur de télévision numérique terrestre (moins de 10 euros pour une porteuse de signal comprise entre 20 et 1600 MHz et une bande passante allant jusqu'à 2,4 MHz [3]) génère un flux de données de l'ordre de 2,4 Mcomplexes/seconde. En supposant que nous optimisons un peu le stockage en conservant le format natif d'un octet par donnée (et non pas un nombre en virgule flottante occupant 4 octets), le débit est de 4,8 MB/s ou 288 MB/minute. Un système de RADAR passif [4, 5] accumulant les mesures de 2 canaux cohérents génère donc un demi gigaoctet/minute d'acquisition, masse de données qu'il faut être capable de charger en mémoire, traiter et restituer.

Il semble évident qu'un outil graphique du type Libre Office (ou pour une version propriétaire, Excel) est incapable de traiter une telle masse de données : non seulement ces outils de bureautique ne contiennent que des fonctionnalités de secrétariat et peu de fonctions de traitement du signal, mais une interface graphique sera un handicap au chargement et à la manipulation des données. Nous avons proposé une liste non-exhaustive des outils efficaces de traitement du signal dans [6]. En particulier, nous nous intéressons aux outils libres, non pas pour leur gratuité qui est le critère souvent mentionné par les novices, mais pour la liberté de les déployer sur la plateforme de son choix (les multitudes d'architectures de processeurs autres que Intel (penser aux ARM des systèmes embarqués ou RISC-V qui sont en train de révolutionner l'informatique embarquée, sans compter la multitude de calculateurs encore disponibles à base de processeurs MIPS ou SPARC de nos vaillantes stations de calcul), d'étudier les codes sources et d'en corriger les dysfonctionnements, voire de partager légalement ses découvertes avec ses collègues. En terme de traitement du signal, deux outils sortent du lot pour le traitement de signaux radiofréquences - GNU/Octave (version libre du logiciel propriétaire Matlab) et GNU Radio. Le premier n'a pas prétention de traiter les données en temps réel mais se focalise sur un post-traitement : langage interprété, il n'a aucune prétention de performance en terme de vitesse de calcul mais plutôt de souplesse en implémentant des fonctions de haut niveau (e.g. **abs(fft(vecteur))**) ; pour tracer les composantes spectrales d'un signal). GNU/Octave manipule

aussi bien les complexes que les réels, et comme Matlab avec lequel il maintient une compatibilité syntaxique tant que nous restons à l'écart des fonctions d'interface graphique, exprimer les problèmes en terme d'algèbre linéaire (produits matriciels) permet de significativement améliorer les performances.

Prenons un petit exemple simple de notre quotidien : une série de points $y(t)$ a été acquise et est polluée par un bruit connu $n(t)$. Nous cherchons à connaître la pondération complexe {magnitude et phase} de la composante de bruit n dans y . Une expression du problème est donc $y = x + An$ avec x le signal non-bruité et A la pondération de n dans y . Si nous avons autant de mesures que de degrés de liberté, nous dirions $A = (y-x).n^{-1}$ mais dans ce cas, n est un vecteur et non une matrice carrée qui ne peut donc être inversée. La solution à ce problème, optimale au sens des moindres carrés, est de considérer la pseudo-inverse de n qui exprime une estimation optimale de l'inverse de n en considérant que nous avons bien plus d'observables que de degrés de liberté. Comment tester ce concept dans GNU/Octave ? La puissance des expressions matricielles devient évidente à la lecture de :

```
% parametres du probleme
phase spoof=.5
phasereal=1.5
gain=1e-8 % rapport signal a bruit

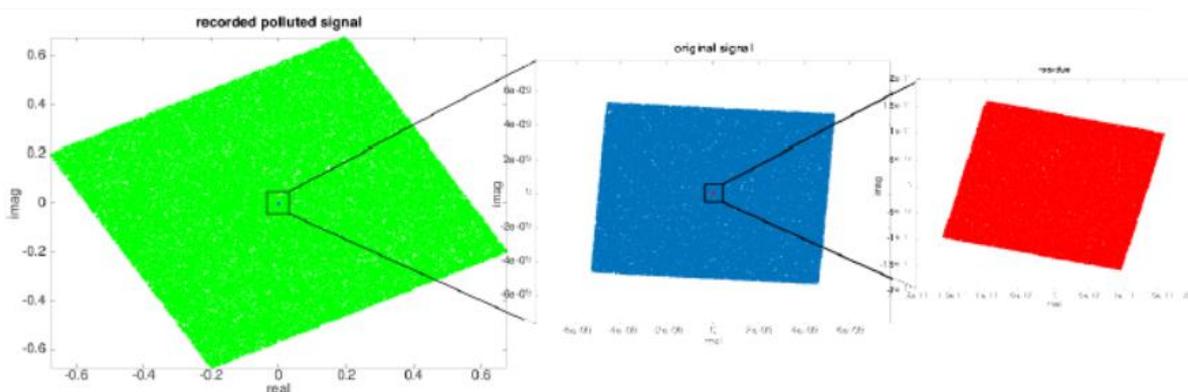
% signaux synthtiques ( bruit , signal et somme)
x=rand (65536,1)+j *rand (65536,1); x=x-mean(x); % bruit a rejeter
y=rand (65536,1)+j *rand (65536,1); y=y-mean(y); % signal a detecter
z=y* gain*_exp (j * phasereal)+x*_exp (j * phasespoof); % mesure=bruit + signal

% resolution du probleme
weight=pinv(x) * z % poids du bruit x dans le signal z
( weight*_exp (j * phasespoof) ) *1 e9 % residu de l'estimation

% z = signal bruit e ( vert ) et bleu = ce qu'on veut detecter
figure; plot(z, 'g'); hold on; plot((y* gain*_exp (j * phasereal)), ',')
xlabel('real'); ylabel('imag'); axis tight; title('recorded signal')

% bleu = signal a detecter et rouge = residu apres rejet du bruit
figure; plot((y* gain*_exp (j * phasereal)), ','); hold on
plot((y* gain*_exp (j * phasereal)-(z-weight*x)), 'r.')
xlabel('real'); ylabel('imag'); title('polluted signal'); axis tight;

% rouge = residu apres extraction du signal du bruit
figure; plot((y* gain*_exp (j * phasereal)-(z-weight*x)), 'r.')
xlabel('real'); ylabel('imag'); title('recovered signal');
```



Nous constatons ici que seules quelques lignes de GNU/Octave permettent de tester expérimentalement des concepts de traitement du signal qui ne sont pas triviaux mais forts utiles au quotidien. De telles techniques de traitement ont par exemple été utilisées en mesure par RADAR passif dans lequel les signaux électromagnétiques qui nous entourent sont utilisés pour détecter les obstacles sur lesquels ils sont réfléchis. L'investissement matériel pour reproduire une telle expérience est de l'ordre de la 20aine d'euros ... et un peu plus de 2 ans de recherche à résoudre les divers obstacles rencontrés en détournant les récepteurs de télévision numérique de leur utilisation originale [4], un investissement rentable comparé au tarif d'une place de cinéma.

Alors que GNU/Octave propose du post-traitement hors ligne, un outil de prototypage de traitement du signal permettant non seulement de synthétiser des signaux pour tester ses théories mais aussi d'appliquer les traitements sur des données acquises en temps réel est GNU Radio [7]. Nous avons proposé une série d'articles sur cet outil qui dépasse largement l'espace disponible dans ces pages. Même une carte son suffit à traiter nombre de signaux sub-MHz [8]. Le point qui nous intéresse est de mentionner que GNU/Octave s'interface efficacement avec GNU Radio au travers d'un lien nommé ZeroMQ. Alors que les connexions sur protocole internet (IP - Internet Protocol) se distribuent en deux grandes classes - connectées (TCP) et non-connectées (datagram, UDP) - ces deux modes de communication classiques en réseau informatique sont simples de mise en œuvre mais imposent à l'utilisateur de gérer la cohérence des flux de données entre interlocuteurs. Imaginons que nous voulions transmettre des paquets de 65535 complexes entre GNU Radio et GNU/Octave : les interfaces TCP ou UDP nous imposent de découper ces gros paquets en petits morceaux individuels qui transiteront de l'émetteur au récepteur. TCP garantira l'intégrité des transactions tandis que UDP se contente d'émettre les informations, en espérant qu'un récepteur écoute, faute de quoi les paquets sont perdus. ZeroMQ fournit un niveau d'abstraction supérieur en garantissant la cohérence des informations transmises. Sous GNU Radio, le bloc de traitement ZeroMQ Publish permet d'émettre des paquets de données, tandis que la bibliothèque **octave-zmq** de GNU/Octave permet d'ouvrir une connexion de type Subscribe pour recevoir ces informations. Ainsi, nous tirons le meilleur parti des deux mondes : le traitement en temps réel des données acquises par GNU Radio - que ce soit de récepteurs de télévision numérique terrestre pour les signaux radiofréquences ou d'une carte son pour les signaux sub-100 kHz - et traitement de haut niveau avec GNU Octave. Nous utilisons cette méthode de communication en instrumentation dans une expérience ou un récepteur de radio logicielle collecte en continu des données transposées en fréquence pour une détection synchrone, tandis que GNU/Octave capture ponctuellement des séquences de données pour un traitement un peu plus complexe que celui proposé par GNU Radio et surtout pour éviter de stocker la masse énorme de données transmises en continu.

Tous ces concepts de traitement du signal, que nous appliquons au quotidien sur des informations unidimensionnelles complexes issues de récepteurs radiofréquences, sont parfaitement applicables au traitement d'images, avec la seule subtilité que les vecteurs deviennent des matrices [9]. Le traitement du signal est un domaine fascinant en ce qu'il concerne toutes les sciences expérimentales, ne nécessite qu'un investissement financier négligeable, et que le plaisir à jouer avec des données n'est restreint que par la capacité à appréhender des nouveaux concepts mais est devenu largement abordable pour un budget réduit à moins du prix d'une place de cinéma, pour un plaisir autrement plus durable que la durée d'une séance. La mode actuelle est de nommer traitement du signal « deep learning » après la mode de « l'intelligence artificielle », mais tous ces termes accrocheurs ne font que résumer la combinaison, linéaire ou non, d'informations acquises lors de nos expériences.

Références

- [1] J.-M Friedt, Quelques _éléments théoriques pour aborder la radio logicielle, GNU/Linux Magazine France 224 (Mars 2019) _a http://jmfriedt.free.fr/sdr_intro.pdf
- [2] J.-M Friedt, Quelques éléments de traitement de signaux _échantillonnés en temps discret avec GNU Radio, GNU/Linux Magazine France 221 (Dec. 2018) _a http://jmfriedt.free.fr/tutorial_jmfriedt_glmf.pdf
- [3] J.-M Friedt, Matériel pour la radio logicielle, GNU/Linux Magazine France 224 (Mars 2019) _a http://jmfriedt.free.fr/sdr_hw.pdf
- [4] J.-M Friedt, W. Feng, G. Cherniak, M. Sato, Software de _ned radio implementation of passive RADAR using low-cost DVB-T receivers, Rev. Sci. Instrum. 89, 104701 (Sept. 2018), _a http://jmfriedt.free.fr/dvbt_hardware.pdf
- [5] J.-M Friedt, RADAR passif par intercorrélation de signaux acquis par deux récepteurs de télévision numérique terrestre, GNU/Linux Magazine France 212 pp.36- (Feb. 2018) _a http://jmfriedt.free.fr/passive_radar.pdf

- [6] J.-M Friedt, Affichage et traitement de données au moyen de logiciels libres, GNU/Linux Magazine France, 111 (Dec. 2008) _a http://jmfriedt.free.fr/lm_octave.pdf
- [7] J.- M Friedt, La peinture sur spectre radiofréquence, et l'été capture de la modulation en fréquence {ou pourquoi les avions communiquent encore en AM, GNU/Linux Magazine France 216 (Juin 2018) _a http://jmfriedt.free.fr/lm_fmcapture.pdf
- [8] J.-M Friedt, C. Eustache, _E. Carry, E. Rubiola, Software de _ned radio decoding of DCF77 : time and frequency dissemination with a sound card, Radio Science 53 (1), pp.48-61 (2018) _a http://jmfriedt.free.fr/agu_dcf77.pdf
- [9] J.-M Friedt, Auto et intercorrélation, recherche de ressemblance dans les signaux : application a l'identification d'images floutées, GNU/Linux Magazine France 139 (Juin 2011) _a <http://jmfriedt.free.fr/xcorr.pdf>
-

Témoignage envoyé par un jeune docteur originaire du TOGO Mr. Douiti Dam Be qui vient de partir d'un post doc à l'école Polytechnique pour rejoindre l'université de Kara au Togo:

« J'ai été recruté en tant qu'enseignant chercheur à l'université de Kara au Togo et je prendrai mes fonctions en Octobre. Je suis en discussion déjà avec mes responsables pour la mise en place d'un parcours L3 pro en "optique et photonique" car cela n'existe pas dans cette université (relativement jeune université). Et dans ce sens, tout ce qui porte sur les développements frugaux m'intéressent BEAUCOUP.

*En parallèle, depuis quelques années maintenant, avec quelques collègues africains (du continent et de la diaspora) nous avons monté un réseau pour essayer mettre en relation les chercheurs africains du continent et ceux de la diaspora et aussi mettre en place une conférence scientifique de référence sur le continent. La première édition de la conférence (CRéPAs) a eu lieu en 2018 à LOME (**Financement local + ICTP + ISP**) et avait rencontré un franc succès auprès de la communauté scientifique africaine. Le réseau se nomme AScIN (African Scientific Integration Network) et actuellement il se formalise administrativement. Voici notre site web encore en construction: <https://www.ascin.org/ascin/views/> Nous sommes en train de préparer la deuxième édition de la conférence qui aura lieu en Aout 2020. Nous prévoyons insérer quelques ateliers de formations dans le programme de la conférence.*

*Voilà un peu les activités sur lesquelles je suis et qui, je pense, pourraient intéresser votre commission : La mise en place de la **licence L3 pro** et les activités que nous menons avec AScIN, surtout l'organisation de CRéPAs-2020.*

J'ai pu remarquer dans le bulletin que vous étiez en relation avec pas mal de réseaux (ou personnes) sur le continent africain qui font un peu ce que nous faisons. Ce serait bien si ensemble on peut mettre en place les ateliers de formations de la conférence prochaine.

Sinon nous sommes ouverts à toute idée de collaboration ou développement. »



An LED-illuminated theatrical drumming ensemble entertains the public during the annual Light Night Leeds festival of visual arts Source : Oli Scarff/AFP via Getty Images

DEVELOPPEMENT :

Pérou : Wava laptop, (wava signifie bébé en langue Quechua) il s'agit d'un petit ordinateur Eco soutenable développé localement pour les écoles. La structure est réalisée en bois par découpe laser.



Source image : www.peru.com

Beaucoup de projets sont développés pour que les écoliers de beaucoup de pays puissent disposer d'un ordinateur. Ils diffèrent par la matière employée pour le châssis et le type de processeur.

Il s'agit d'un projet semblable à celui de Mr **Almoutazar SAANDI** qui m'a été envoyé par **Arouna Darga** : C'est un ancien étudiant en Master d'informatique et électronique de l'UPMC. Il est d'origine comorienne et travaille sur la fabrication d'un ordinateur portable à bas coût (100 euros environ). Un prototype fonctionnel, l'ordinateur en orange sur la photo



a été développé et l'ordinateur en vert ouvert est la version en développement. Il travaille en ce moment sur l'île de la Réunion. La coque est imprimée en 3D, le cœur est un micro-ordinateur Raspberry Pi. Une évolution intéressante serait de le coupler avec le système Expeyes (Experimental eyes) (dont nous faisons la promotion) ce qui en ferait un instrument idéal et peu cher pour l'apprentissage de l'électronique.

Source image : *Almoutazar Saandi*

EQUIPEMENT ET INSTRUMENTATION EN SOURCE OUVERTE - OPEN SOURCE HARDWARE :

<https://www.openacousticdevices.info/>

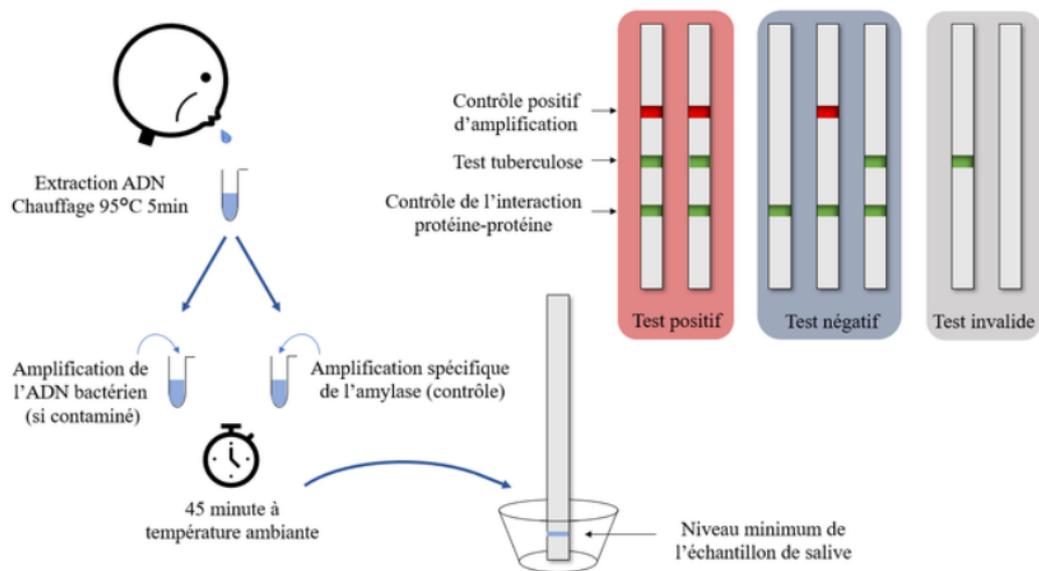
Un capteur audio l'**AudioMoth** a été mis au point en source ouverte (open source) par un groupe de chercheurs des universités d'Oxford et de Southampton. Le groupe conçoit des outils open source basés sur l'acoustique pour la communauté des utilisateurs. Les applications se situent autour de la caractérisation de l'environnement et du suivi d'espèces sauvages. Il a été utilisé pour la recherche d'insectes spécifiques, lutter contre le braconnage en Afrique et l'écoute des appels ultrasoniques des chauves-souris.



Diagnostic frugal de la tuberculose mis au point à Marseille :

https://www.lemonde.fr/campus/article/2019/10/17/le-traqueur-de-tuberculose-d-etudiants-marseillais_6015863_4401467.html

Une équipe interdisciplinaire d'étudiants de l'université Aix Marseille a mis au point un diagnostic frugal de la tuberculose dans le cadre d'une grande compétition mondiale de biologie de synthèse. Nous demanderons son témoignage à l'un des étudiants participants.



Université Aix-Marseille

Source : Le Monde

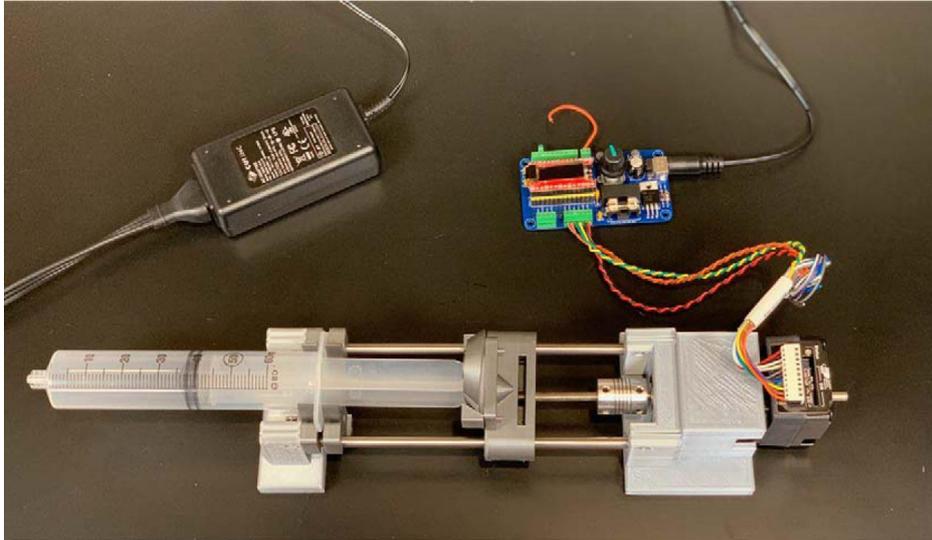
Diagnostic frugal de l'arthrose du genou : Toujours dans le domaine de l'acoustique et de la médecine (à coût soutenable), le diagnostic des genoux arthritiques : <https://www.bbc.com/news/health-50071602> réalisé à l'aide de petits microphones.



Contrôleur de débit de seringue en source ouverte:

<https://www.eneuro.org/content/6/5/ENEURO.0240-19.2019#sec-3>

<https://doi.org/10.1523/ENEURO.0240-19.2019>



The Open Know-How Manifest Specification Version 1.0

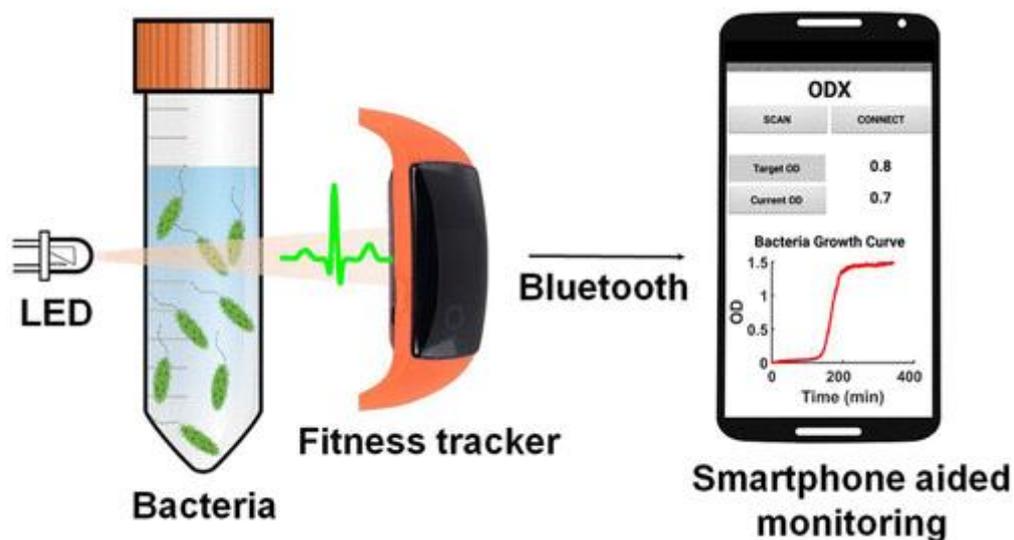
Document pour essayer de faciliter le partage du savoir faire

<https://app.standardsrepo.com/MakerNetAlliance/OpenKnowHow/src/branch/master/1>

L'article souligne la nécessité d'un catalogue (repository) pour les diverses inventions et détournements de technologie dans le domaine du matériel en source ouverte (open source hardware OSH).

Détournement de technologie : utilisation d'un **moniteur d'activité sportive** (Fitness Tracker) pour suivre la croissance des bactéries dans l'eau par mesure de la densité optique de la solution contenant les bactéries. Le dispositif, très frugal permet facilement le suivi in situ, la connexion « **Bluetooth** » apportée par le « **Fitness tracker** » permet de facilement afficher les mesures sur l'écran d'un smartphone.

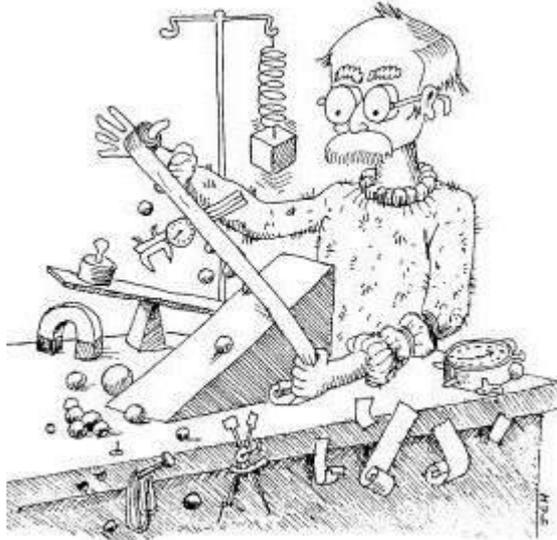
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.analchem.9b02628>



Vulgarisation :

Des grenouilles fluorescentes « Zeste de Science »

<https://www.youtube.com/watch?v=QKx2-DKVtcw&feature=youtu.be>



Expérimentateur adepte des méthodes frugales ! *Source : physicsopenlab.org*

Cette illustration sert à introduire une information qui ne concerne que les expérimentateurs « bricoleurs » : il existe une pâte appelée SUGRU qui permet de réparer des objets, réaliser des formes, etc et donc bien utile pour les bricoleurs scientifiques <https://sugru.com/about> ou <https://tesa-sugru.com/fr?bounce=true>

Actualités art et science : Exposition Leonard de Vinci au Louvre (illustration : The Guardian)



▲ Freaky ... a virtual reality Mona Lisa at the Louvre. Photograph: courtesy Emissive and HTC Vive Arts