

INNOVATION FRUGALE POUR L'EDUCATION ET LE DEVELOPPEMENT

François Piuzzi

Président commission « Physique sans frontières »

Société Française de Physique

LA FRUGALITÉ : DÉFINITION (S)

Difficile à définir pour les science!

Relié à une démarche et à une diversité des approches:

Utiliser la technologie nécessaire sans utiliser forcément les derniers développements

Utiliser les avancées de différents domaines : **multidisciplinarité**

Tenir compte des **réalités locales** (limitation des consommables – liaison avec l'écologie)

→ relié à la **nécessité**.

❑ Pourquoi on en parle (un peu) maintenant

- Possibilités offertes par le développement tout azimut du numérique qui donne un nouvel élan au DIY (Système D ou Bidouillage en français).
- Facilité par les paradigmes source ouverte (open source) qui induisent une philosophie du partage; pour la première fois on peut « partager l'intelligence » ..
- Émergence de nouvelles technologies : nanosciences --> capteurs papier ou microfluidique permettant une miniaturisation ainsi qu'une réduction des coûts
- Détournement de technologies, sauts de technologie ou raccourcis technologiques
- Fab Lab, Hackatons, curiosité, **créativité**, etc..

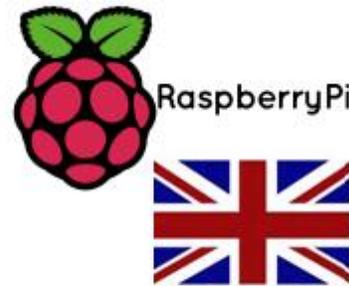
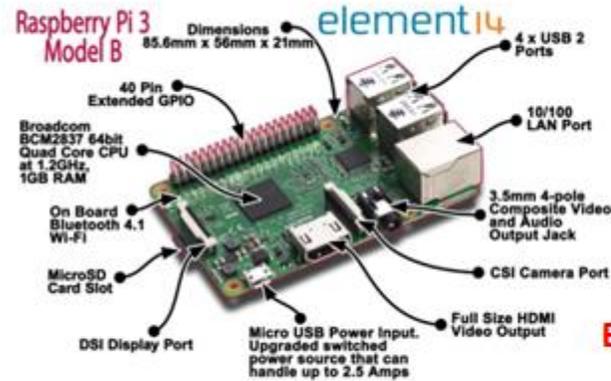
❑ Relié au coût de l'instrumentation

Les développements technologiques nécessaires pour réaliser des instruments scientifiques de haut niveau les rendent très chers jusqu'à ce que les composants utilisés proviennent des appareils grand public produits à grande échelle (ex/ microfabrication pour la photonique) , le meilleur exemple est le **laser « bleu » (405 nm)** utilisé dans le lecteur Blue Ray:

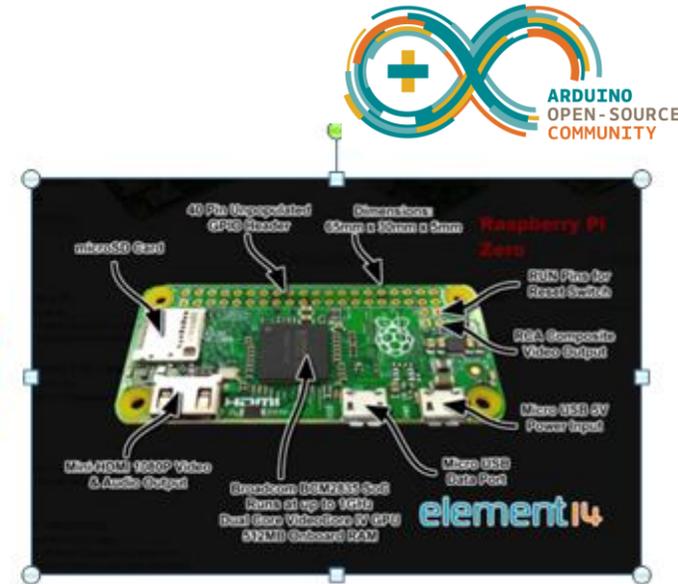
- Miniaturisation des sources de lumière : **LEDs** (disponibles de l'UV à l'IR), pointeurs laser.
- Adaptation facile de l'instrument à des besoins particuliers (**faire du sur mesure!**).

EVOLUTIONS RECENTES (1)

- La révolution **numérique** a permis l'apparition des méthodes **participatives** ou **collaboratives** ainsi que l'émergence des **Fab Lab** et du mouvement **Source Ouverte**.
- La Plateforme **Arduino** pour l'électronique → **partage** des programmes (on ne part plus de zéro!) ex: pilotage des moteurs pas à pas.
- Le Microordinateur **Raspberry Pi** (35 €!)



Engineering award 2017



- Recyclage de **composants de haute technologie** (domaine de la **photonique**) qui peuvent être trouvés dans les produits de grande consommation comme les accessoires informatiques, imprimantes, scanners, lecteurs de DVD, souris, video projecteurs, web cam ...
- **Démocratisation** de l'impression 3D et d'autres outils numériques comme la découpeuse laser, qui induisent des possibilités de prototypage rapide.



EVOLUTIONS RECENTES (2)

- Apparition de nouvelles technologies, **microfluidique, plasmonique, nanotechnologies**, etc.. Les **SMARTPHONES** (Instrumentation, travaux pratiques, etc...)! Et le GPS!
- Les **raccourcis et les détournements technologiques** de plus en plus nombreux.
- **Sources de lumière économiques et miniature** les **LEDs** et les **pointeurs lasers**.
- Développement des outils de **modélisation numérique**.
- Echange et **circulation des projets et des informations** par internet
 - échange et partage facile de projets → collaboration et amélioration des projets
 - trans et multi disciplinarité facilitées (si curiosité!).
- Disponibilité des logiciels libres: **Traitement d'images puissants** (ImageJ), Linux, GNU, etc... site : **alternativeto.net**
 - Conception et fabrication de l'instrumentation facilitée.

C'est **l'utilisation de l'ensemble de ces avancées** qui permet l'expression de la créativité et de concevoir des instruments scientifiques à coût abordable.

Cependant cela ne s'applique pas à tous les domaines de la Physique et demande de **très bonnes connaissances scientifiques et technologiques**.

Et il ne faut pas oublier la créativité!! Qui elle aussi se démocratise petit à petit.

CONCEPTION ET IMPLANTATION : QUELS ÉCUEILS À ÉVITER ?

- **Conception en source ouverte:**

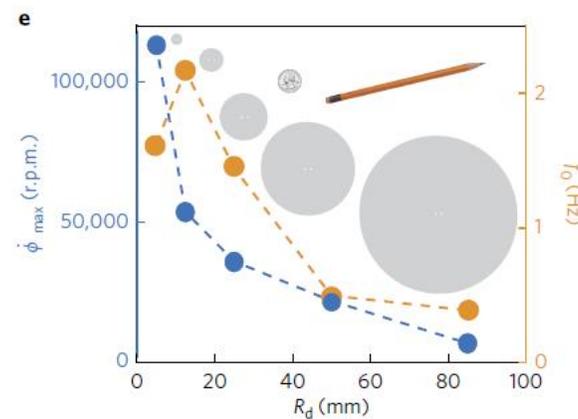
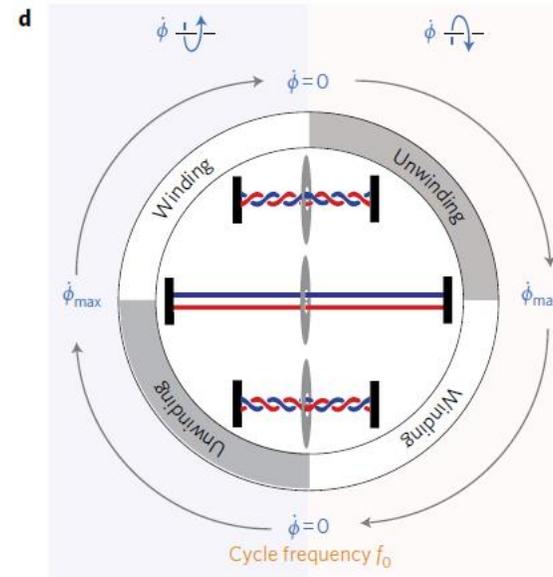
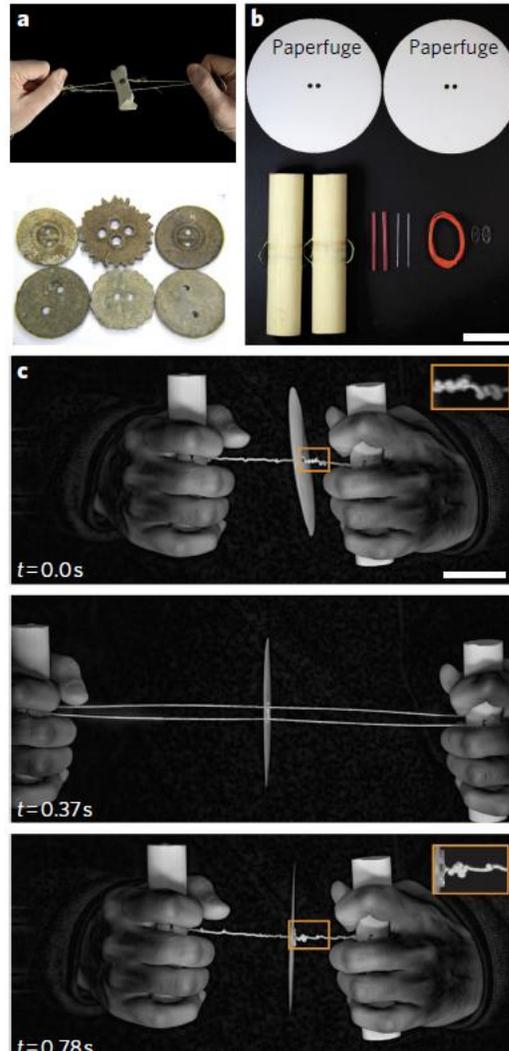
- ❑ La recherche moderne se concentre généralement sur l'élaboration de matériel de plus en plus performant mais par conséquent de plus en plus cher (ex/ IRM), une prise de conscience est maintenant à l'œuvre pour travailler à une « démocratisation » des instruments pour les rendre accessibles à un nombre plus grand de chercheurs et bénéficier ainsi à des populations plus importantes.
- ❑ Limiter la complexité technologique à ce qui est nécessaire mais faire preuve de créativité, utiliser le détournement de technologie. Gaudi lab, GOSH Global open Source hardware, etc...
- ❑ Concevoir des dispositifs mobiles permettant de faire les mesures sur le terrain (ex: contrôle de l'eau), donner accès au plus grand nombre (baisser les coûts), profiter des évolutions technologiques (ex: photonique → imagerie plus facile) et des communications, résoudre des problèmes, etc..
- ❑ Amélioration constante du projet due à la dissémination, aux échanges, pour la première fois on peut partager l'intelligence et la créativité au niveau mondial. Adaptation aux réalités locales, travailler en coopération avec les utilisateurs locaux.
- ❑ Reproduction possible partout s'il y a un Fab Lab et des compétences multidisciplinaires, importance de la formation. Documentation video (Youtube..). Foisonnement de projets avec le détournement de technologies.

- **Problèmes:**

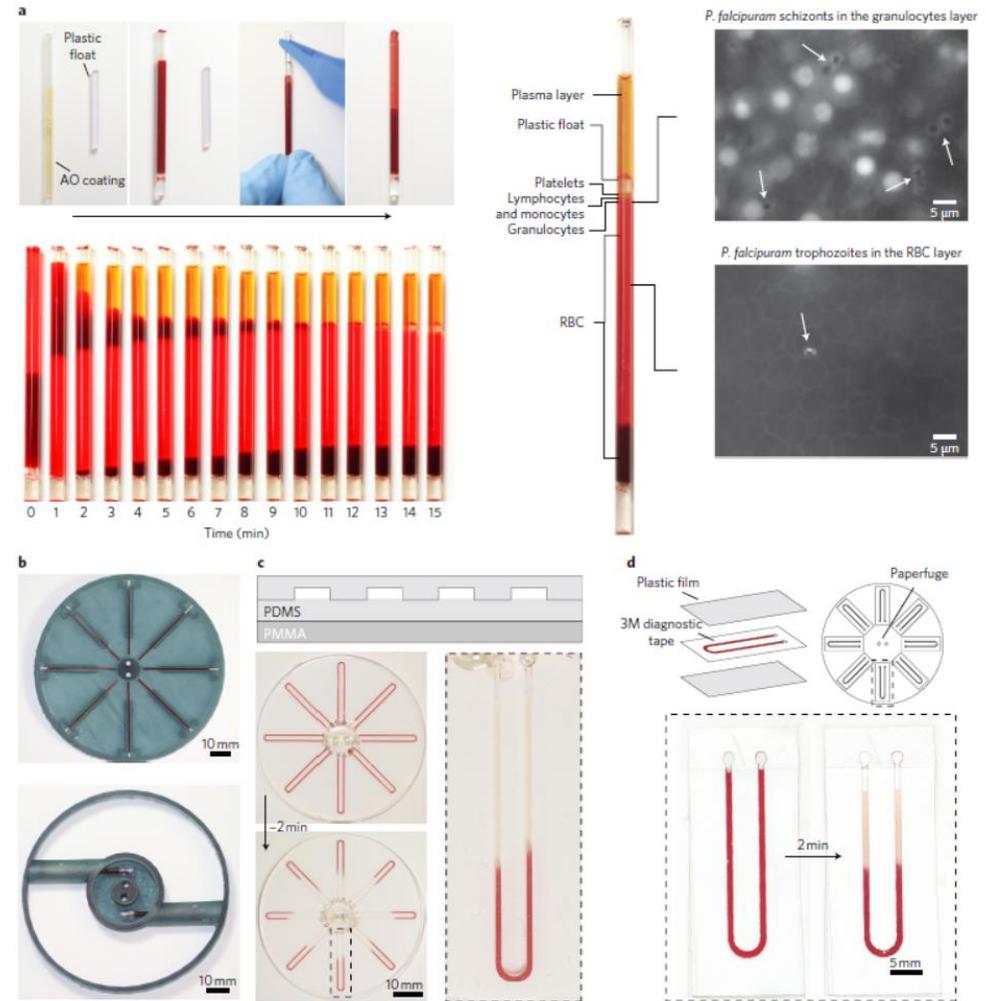
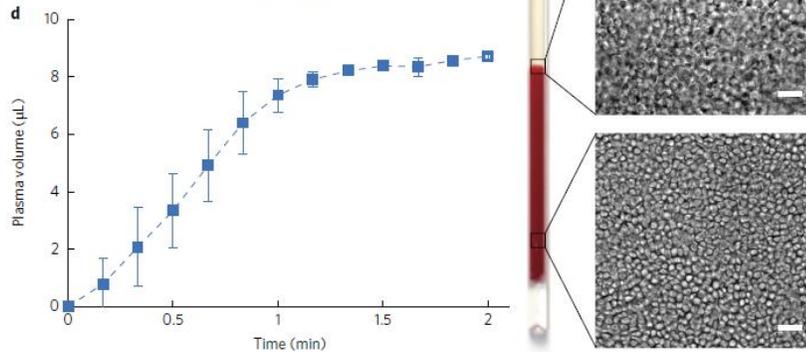
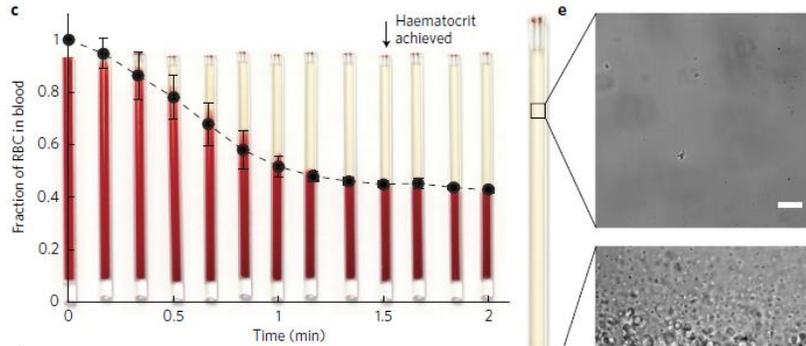
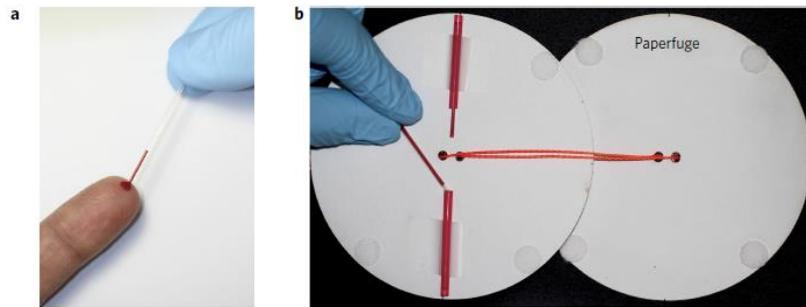
- Pas de brevet (autre que « CERN open hardware licence » ou licence Creative Commons)
- Résistance du milieu académique (pas partout, mais)
- Personnel qualifié → formations + financements

LA FRUGALITE A L'ETAT BRUT : IMPORTANCE DE LA CREATIVITE DEBRIDEE – ON PASSE DU JOUET ...

Hand-powered ultralow-cost paper centrifuge Nature Biomedical engineering
Manu Prakash and all manup@stanford.edu cas de la nécessité de la frugalité



A LA CENTRIFUGEUSE ACTIONNEE A MAIN → ANALYSE DE SANG



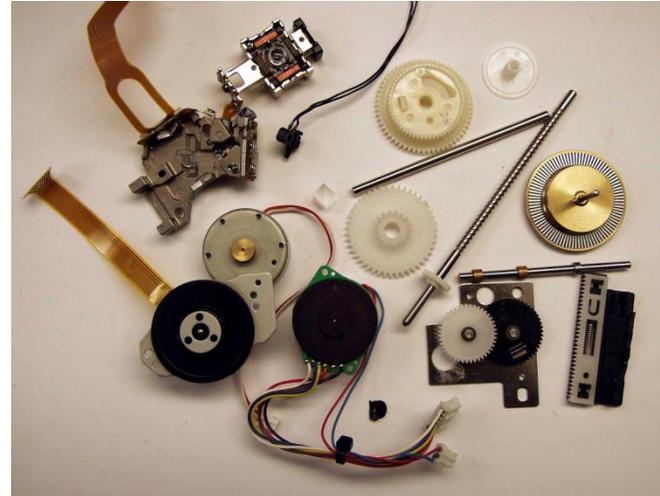
RACCOURCI TECHNOLOGIQUE



RÉCUPÉRATION DE COMPOSANTS DE HAUTE TECHNOLOGIE

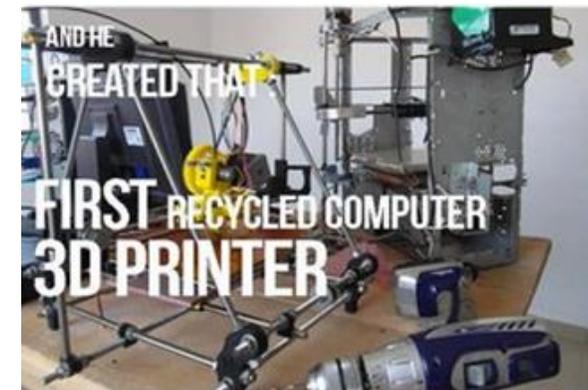
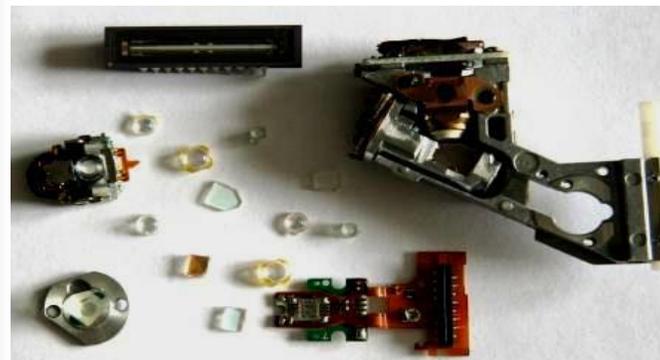
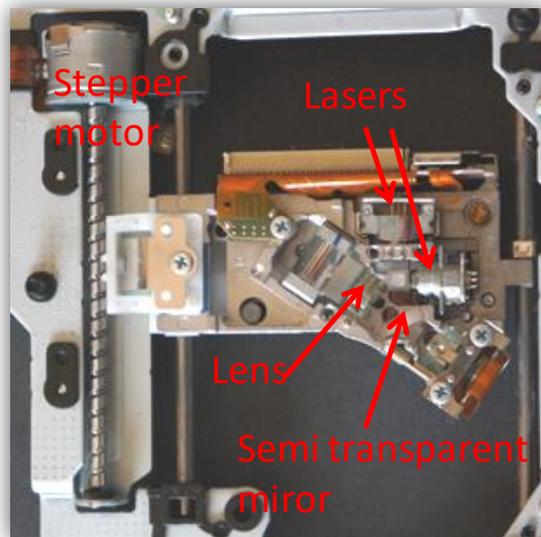
L'autopsie du lecteur de CD ou DVD nous permet de déterminer les composants à récupérer:
Pièces optiques : miroirs semi transparents, lentilles, etc..
Engrenages,
Moteurs pas à pas
Lasers

Tout est bon!!



Il y a aussi dans:

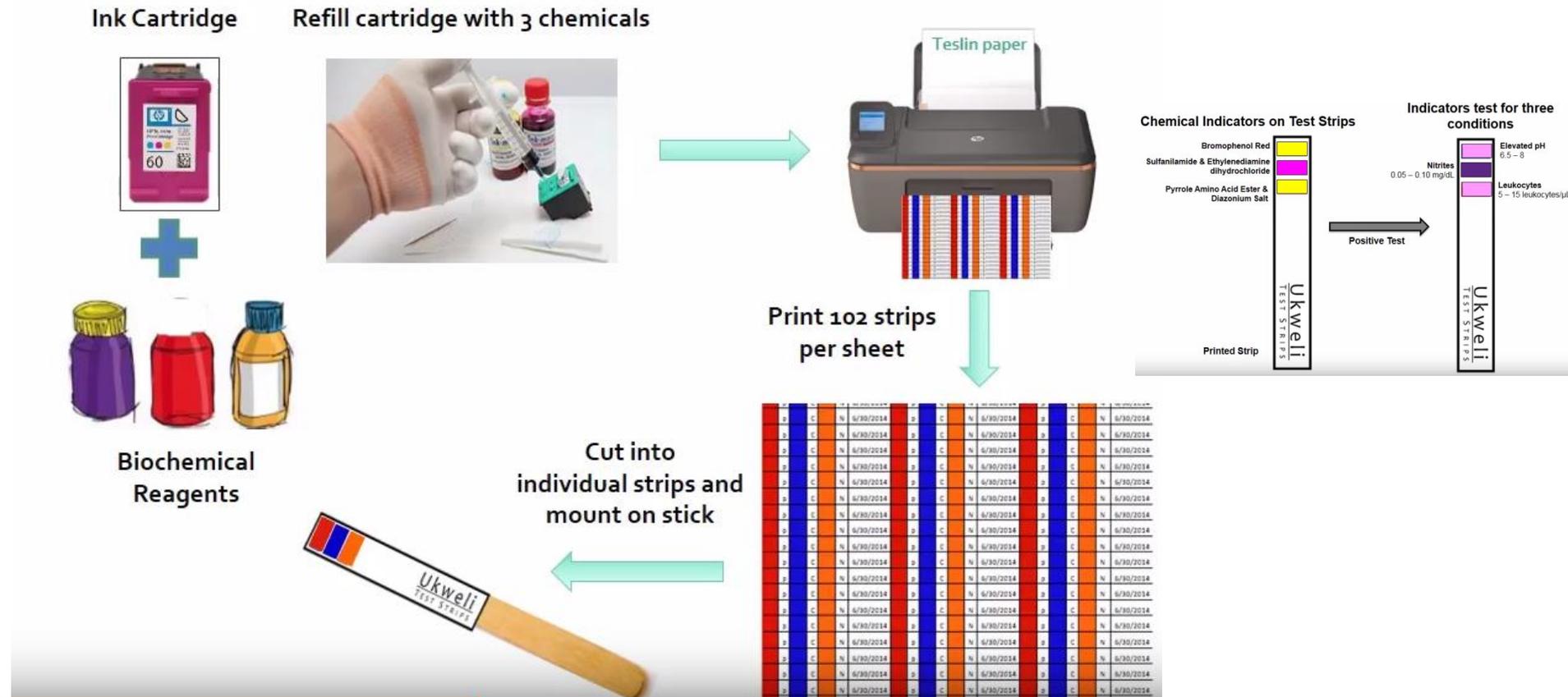
- ❖ Imprimantes laser et jet d'encre
- ❖ Souris optique
- ❖ Disques durs
- ❖ Scanners
- ❖ Vidéoprojecteurs
- ❖ Voitures récentes...



FRUGALITE ET DETOURNEMENT DE TECHNOLOGIE

- C'est le détournement de technologie qui permet le développement d'initiatives frugales, on peut donc en déduire que l'accélération de l'innovation va conduire également à une évolution rapide de solutions frugales. **Ces solutions frugales peuvent se situer assez loin de l'application initiale.**

FABRICATION DE TESTS DE DÉTECTION DE MALADIES SUR PAPIER DIRECTEMENT AVEC UNE IMPRIMANTE JET D'ENCRE → DÉTOURNEMENT DE TECHNOLOGIE



Empowering Community Health Workers with Inkjet Printed Diagnostic Test Strips

Allison Ranslowa,b, Daniel Cromptona,b, Khanjan Mehtaa*, Peter Butlerb, Jim Adairb

A Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship (HESE) Program. The Pennsylvania State University, 213U Hammond Building, University Park, PA 16802, USA *Procedia Engineering 107 (2015) 205 – 214 Open access paper*

DETOURNEMENT DE TECHNOLOGIE : CENTRIFUGEUSES BIDOUILLEES (DIY)

Exemple 1 : détournement de technologie utilisation d'un disque dur



<http://www.gaudi.ch>



Exemple 2 : Utilisation d'un **moteur de drone** (avec son électronique) + **impression 3D**: 64 €
<http://www.instructables.com/id/3D-Printed-DIYbio-Mini-Centrifuge/>

Ce prix correspond à celui le plus bas des centrifugeuses chinoises, mais cette approche permet une production locale (si volonté).

Source F. Piuzzi

CENTRIFUGEUSE A COUT SOUTENABLE : TEST AU PEROU



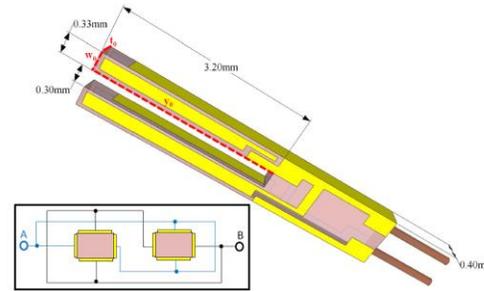
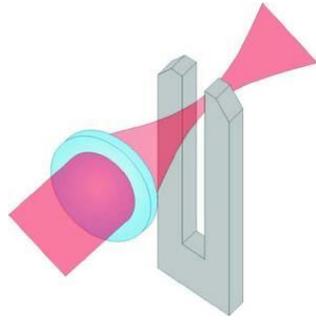
Essai de centrifugation de nanoparticules d'argile au département de chimie de l'Université de Cusco:

David 1 / Goliath 0 !

LE DIAPASON EN SCIENCES EXPÉRIMENTALES

Utilisation d'un composant produit en masse et détourné de son utilisation d'origine

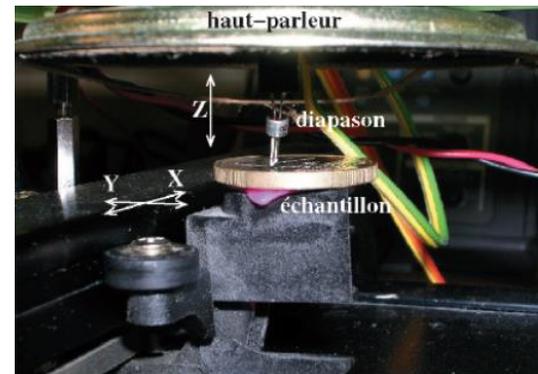
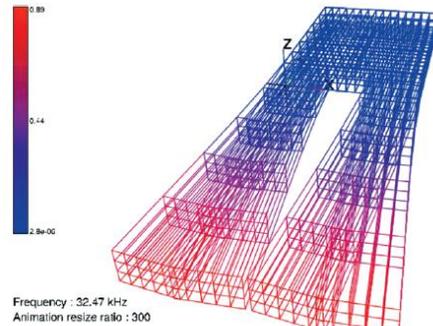
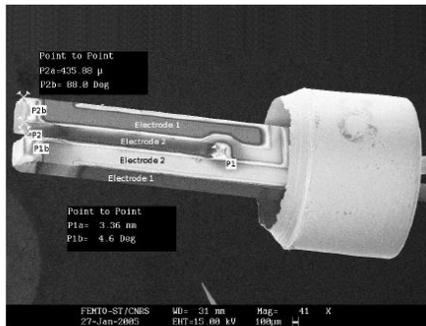
A - Photoacoustique: mesure de gaz polluants dans l'environnement



Ulrich Platt : Ex-directeur de l'Institut de l'environnement de l'université de Heidelberg

Détection bas coût de SO₂, NO₂.. avec diodes laser (ex: blue ray) et même LEDs

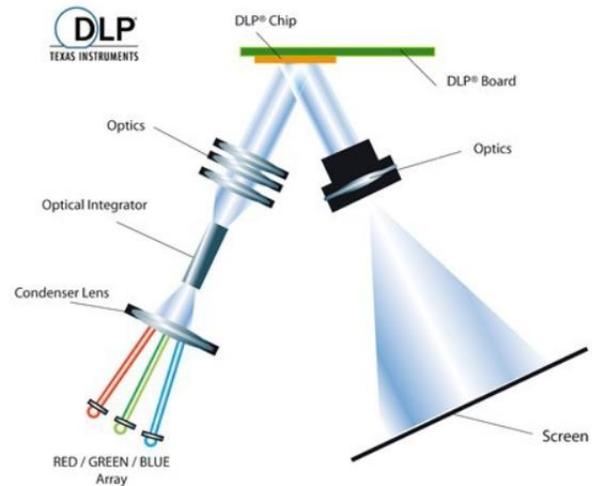
B - Microscopie en champ proche : microscope a force atomique



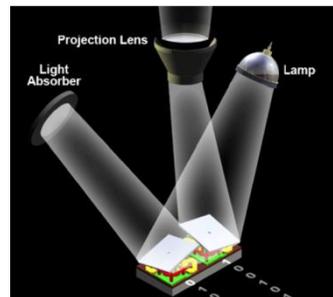
Microscopie en champ proche

Figure 1 : *Gauche* : image au microscope électronique à balayage d'un diapason mettant en relief les électrodes. *Droite* : modélisation du déplacement à la résonance d'un diapason de Q = 10000 sous une tension de 0,5 V (logiciel de simulation développé par l'équipe de S. BALLANDRAS, LPMO - Besançon).

DETOURNEMENT DE LA TECHNOLOGIE: LE DLP (DIGITAL LIGHT PROCESSING)



C'est le composant de base du vidéoprojecteur : il est essentiellement composé de quelques millions de micros miroirs activables individuellement
Fabrication en micro technologie



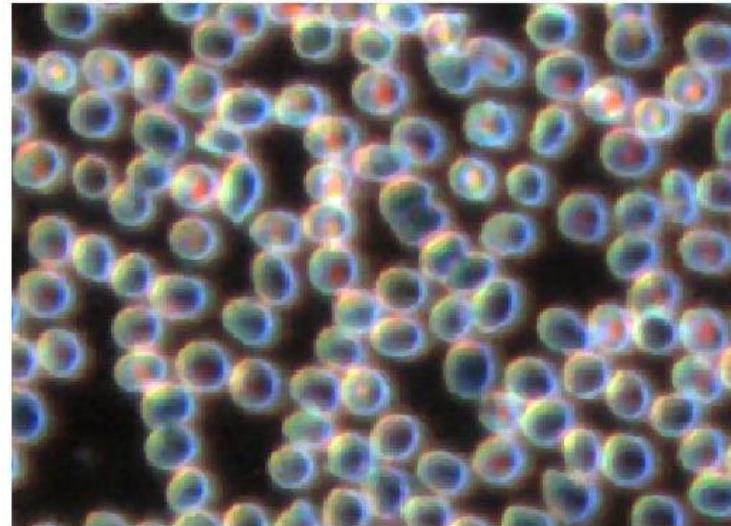
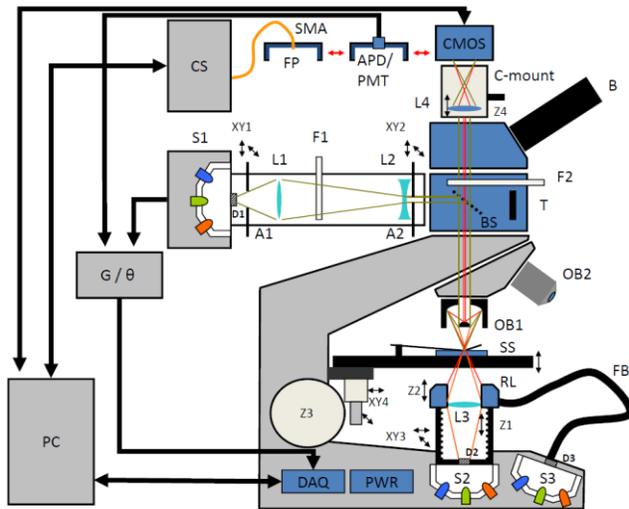
Industrie : système d'éclairage intelligent pour phares de voiture à éclairage LED (Mercedes 2016)



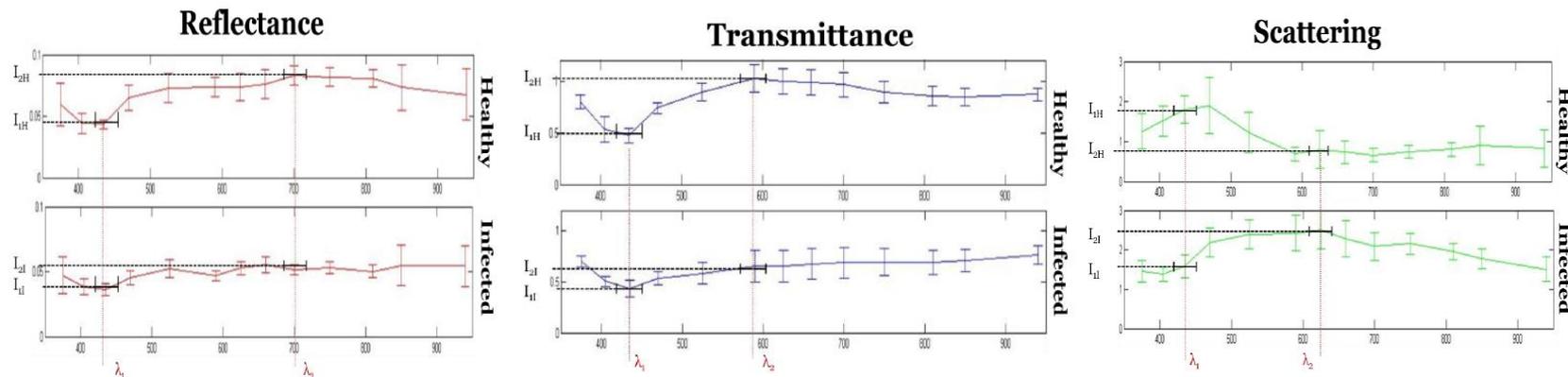
Les bidouilleurs scientifiques:
Spectro Raman sans pièces mobiles
(Prix d'instrumentation en Chimie Physique 2007) Nguyen The Quyen, Edouard Da Silva, Nguyen Quy Dao, and Michel D. Jouan

UTILISATION DES LEDs POUR L'IMAGERIE MULTISPECTRALE

- Microscopie multispectrale: application à la détection de globules infectés par la malaria; Mikkel Bridegaard, Aboma Merdasa, ([Univ. Lund Suède](#)), Jérémie Zoué ([Côte d'Ivoire](#)).



Détection des globules rouges infestés par la Malaria à partir des données multispectrales



TRAVAUX PRATIQUES D'OPTIQUE REVISITES

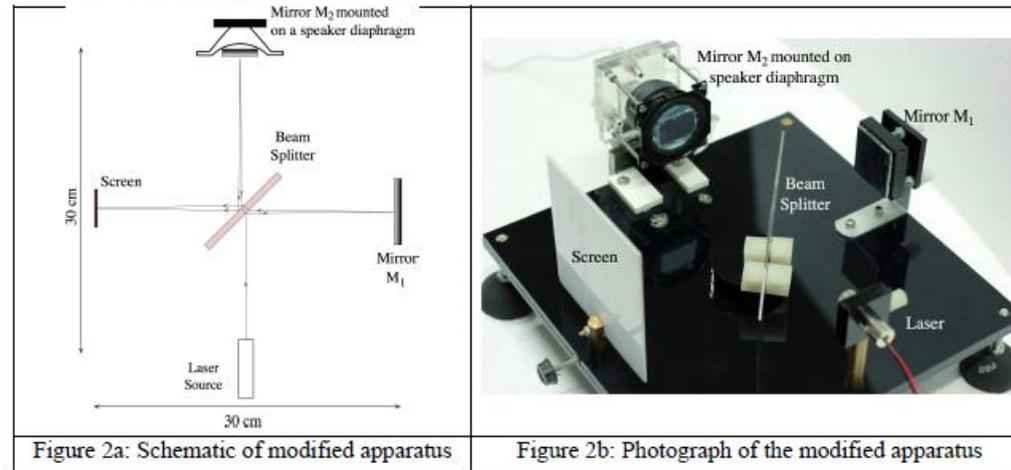
Un interféromètre de Michelson à coût réduit (\$50)

Article de *Physics Education* · Septembre 2016

Shirish Pathare Vikrant Kurmude - Tata Institute of Fundamental Research - (INDE)

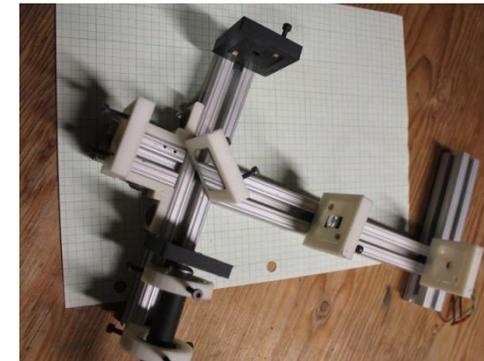
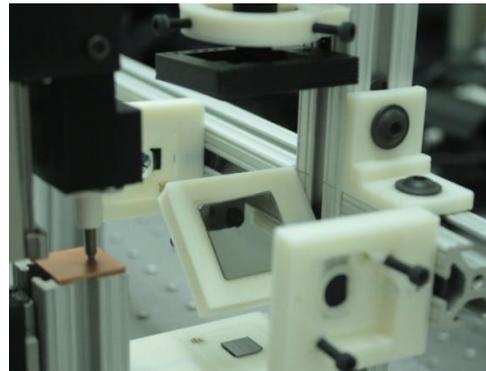
<https://www.researchgate.net/publication/308136871>

Figure 2 shows the schematic diagram and the photograph of the modified apparatus of Michelson-Morley interferometer.



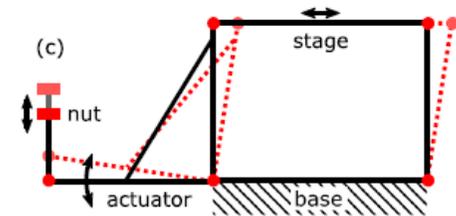
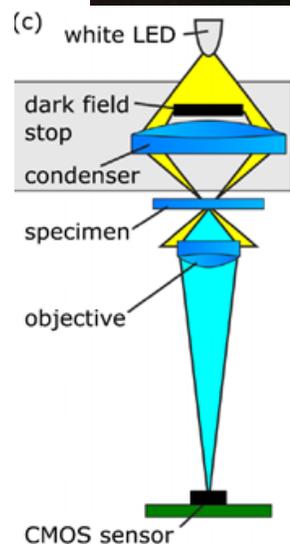
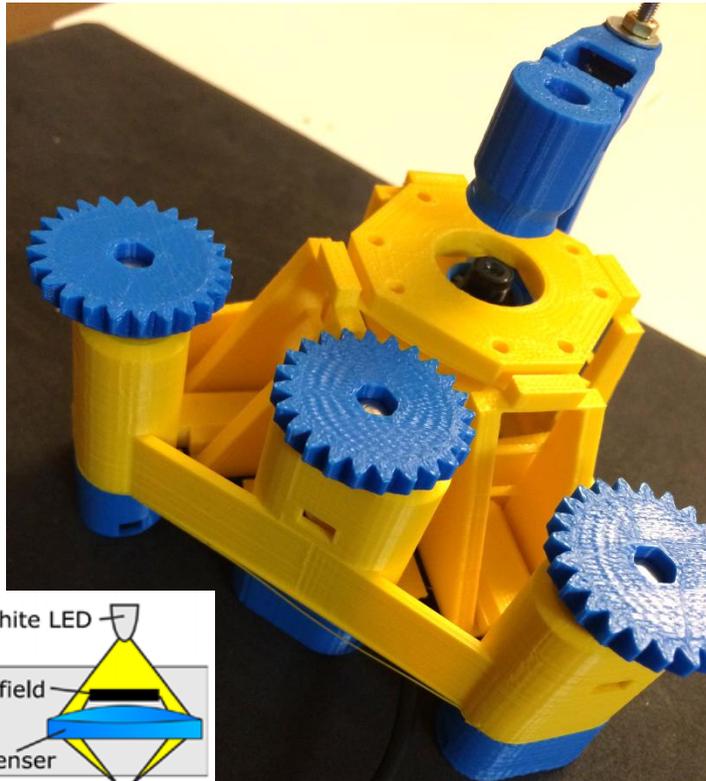
L'apport de l'impression 3D

<http://www.thingiverse.com/thing:33020>



UTILISATION DES TECHNOLOGIES NUMERIQUES : MICROSCOPE IMPRIME EN 3D

Ce microscope d'une conception complètement nouvelle permet un déplacement de l'échantillon en X,Y,Z avec une grande précision $< \mu\text{m}$.
L'activation des mouvements est basée sur la flexibilité du plastic. (nouveau)



Il bénéficie également de l'utilisation comme détecteur du CMOS d'une web cam.
La lentille de la web cam est placée à proximité immédiate de la plaque de l'échantillon.

Département de Physique de l'Université de Cambridge (2016)

REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 87, 025104 (2016)
On peut trouver d'autres modèles en source ouverte, mais celui-ci est très original.

EXEMPLE RECENT DE L'UTILISATION D'UN DEVELOPPEMENT EN SOURCE OUVERTE

Le « **Open Flexure microscope** » du département de Physique de l'université de Cambridge (complètement imprimé en 3D et une web cam). Deux ans après la publication d'un article (REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 87,025104, 2016), un médecin camerounais à créé une start-up, **CerviScan** (à Bamenda, ville de province) s'en sert pour enregistrer des images de frottis de cols de l'uterus présents sur les lames. A l'avenir elles seront ensuite envoyées vers des spécialistes de la capitale. Article de « Le Monde Afrique » - Samir Abdelkrim -



Ethique: malheureusement l'auteur de l'article ne cite pas la référence de la source ouverte du microscope.



Conrad Tankou (à droite) sensibilise une patiente dans les locaux de sa start-up, CerviScan à Bamenda. Crédits : SAMIR ABDELKRIM

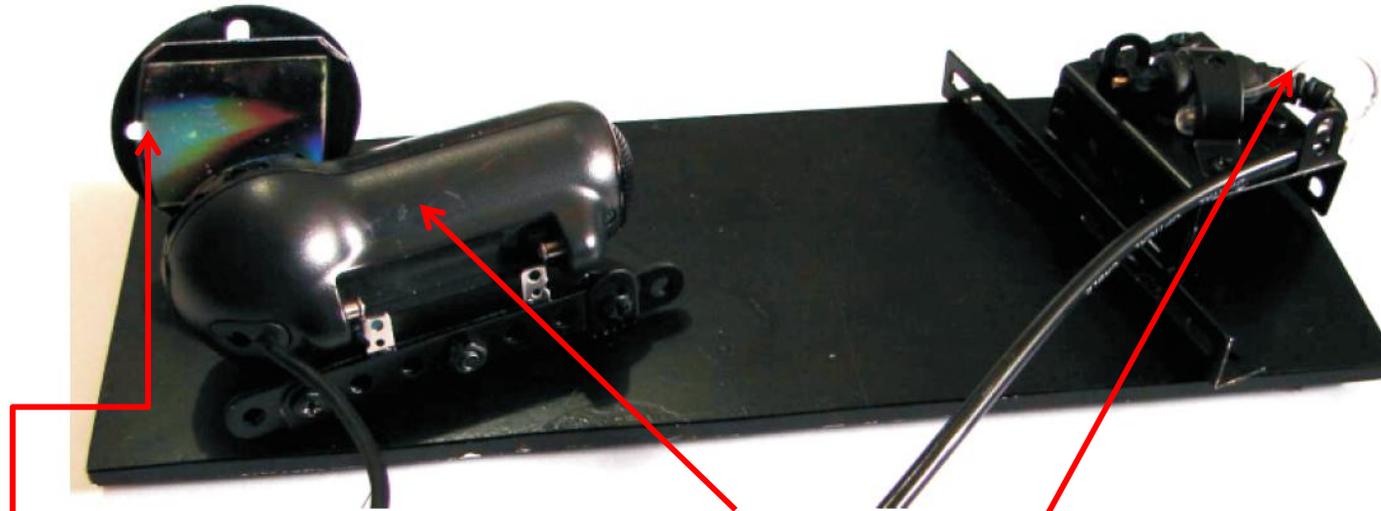
#Convergences #3Zero
@ConvergencesORG



ZÉRO EXCLUSION CARBONE, PAUVRETÉ
11^e édition - 3 et 4 sept. 2018
Palais Brongniart | Paris



SPECTROMÈTRE VISIBLE « A BAS COUT »



Multi détecteur de lumière : webcam (camera que l'on trouve sur les équipements informatiques)

Réseau de diffraction (dispersion des différentes longueurs d'onde): morceau de DVD (après dépose de la couche de polycarbonate)

Arrivée de lumière: fibre optique plastique

Coût : < 100 €

Performances : équivalentes à celles d'un instrument commercial (Ocean Optics) de l'ordre de 1000 €

TENTATIVE DE SPECTROMETRIE RAMAN A COÛT SOUTENABLE



Figure 2. Internal view of the spectrometer, showing the simple optical bench

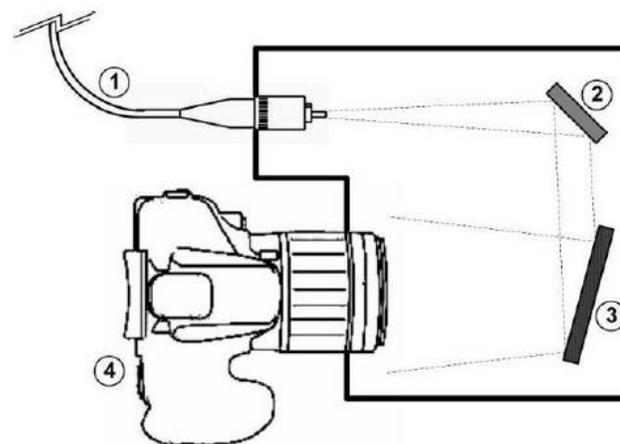


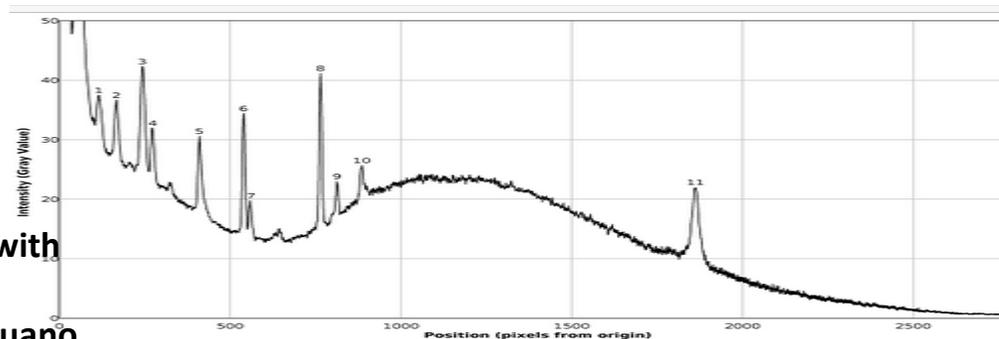
Figure 1. Diagram (not to scale) of the built spectrometer: (1) fiber optic; (2) flat mirror; (3) holographic grating; (4) camera

Le détecteur est un appareil photo (moyenne gamme), traitement image par « ImageJ » (open access)

A Homemade Cost Effective Raman Spectrometer with High Performance

Eduardo H. Montoya, Aurelio Arbildo, Oscar R. Baltuano

Journal of Laboratory Chemical Education 2015, 3(4): 67-75



Mélange benzène, naphthalène, CCl₄

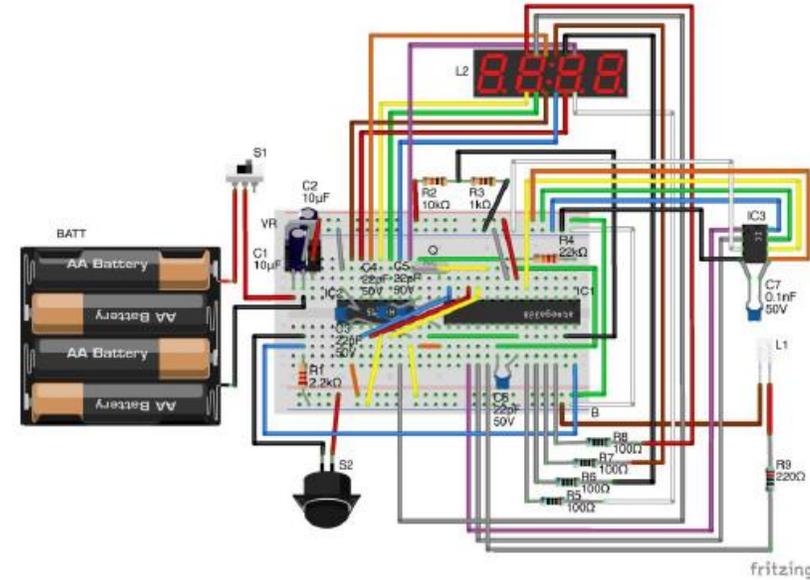
QUALITÉ DE L'EAU : MESURE DE TURBIDIMÉTRIE



(a)



(b)



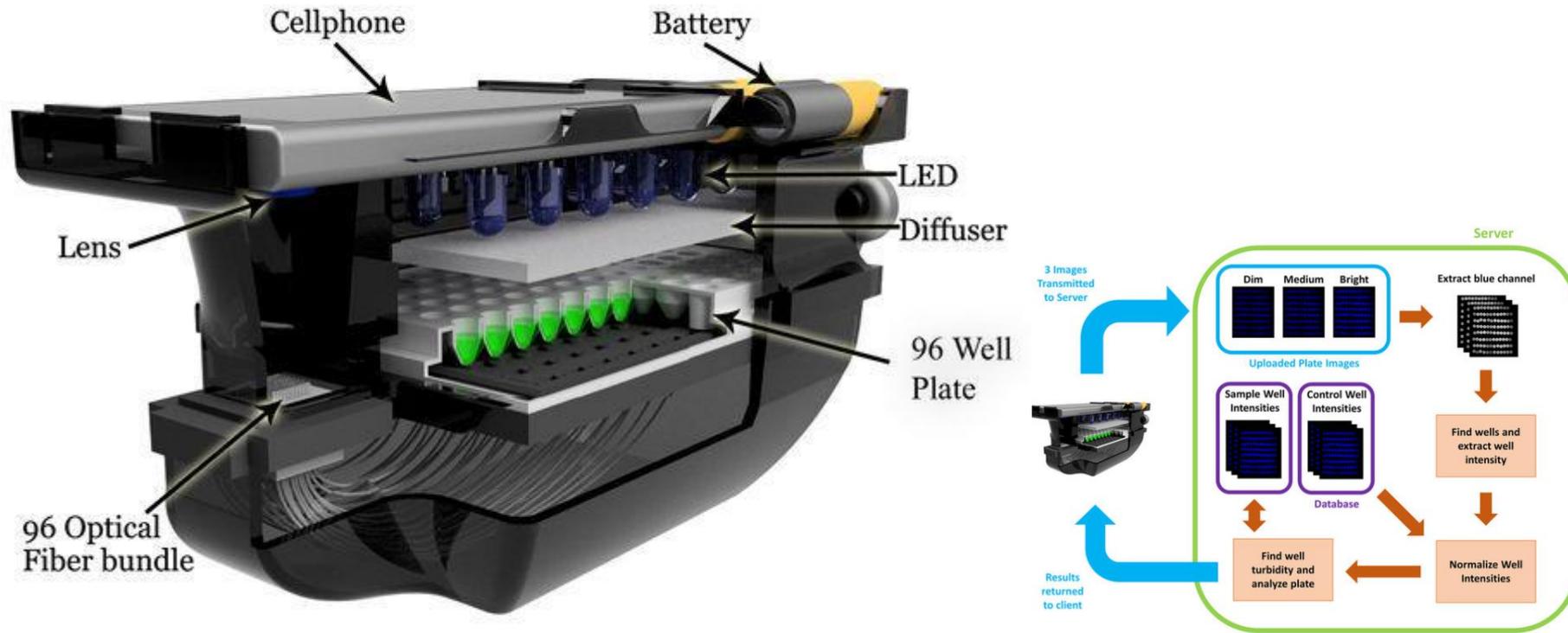
Sensors 2014, 14, 7142-7155; doi:10.3390/s140407142

Christopher D. Kelley^{1,*}, Alexander Krolick², Logan Brunner¹, Alison Burklund¹,
Daniel Kahn¹, William P. Ball¹ and Monroe Weber-Shirk³

La mesure de turbidimétrie est importante pour déterminer la qualité de l'eau
Impression 3D : coque et support de cuvette,
Electronique : composants discrets soudables par l'utilisateur.

Coût des pièces 35 €, temps de montage 45 mn

FRUGALITÉ (ARCHITECTURE) + TECHNOLOGIE (SMARTPHONE) APPLIQUÉE AUX DIAGNOSTIC DE LA RESISTANCE ANTIMICROBIENNE



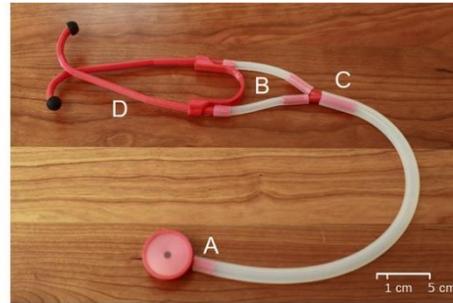
On récupère plusieurs « **briques technologiques** » mises au point pour d'autres applications et on développe autre chose! Ici cela concerne l'analyse bio

<https://www.ddmag.com/news/2016/12/fighting-antimicrobial-resistance-smartphones?cmpid=verticalcontent>

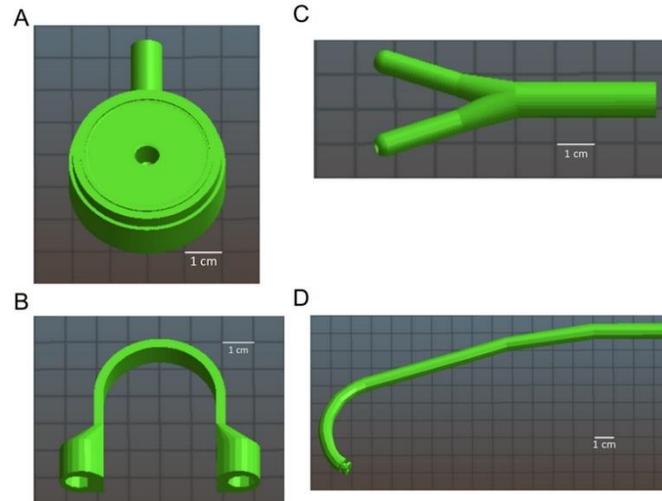
<https://www.nature.com/articles/srep39203.pdf>

Aydogan Ozcan et al. *Scientific Reports* volume 6, Article number: 39203 (2016)

FRUGALITE POUR L'ÉQUIPEMENT MÉDICAL



Stéthoscope imprimé en 3D
développé par le médecin
palestinien Tarek Loubani à Gaza
www.glia.org



OPHTALMOSCOPE DE POCHE À TRÈS BAS COÛT DÉVELOPPÉ AVEC LE SUPPORT DE LA FONDATION FRED HOLLOWES

- ❑ Conçu pour être utilisé dans un environnement hostile, comme c'est le cas pour les centres de santé de « brousse », il peut également être utilisé pour l'observation du conduit auditif avec l'addition d'un accessoire.
- ❑ Coût environ 7 €.
- ❑ <http://arclightscope.com/>



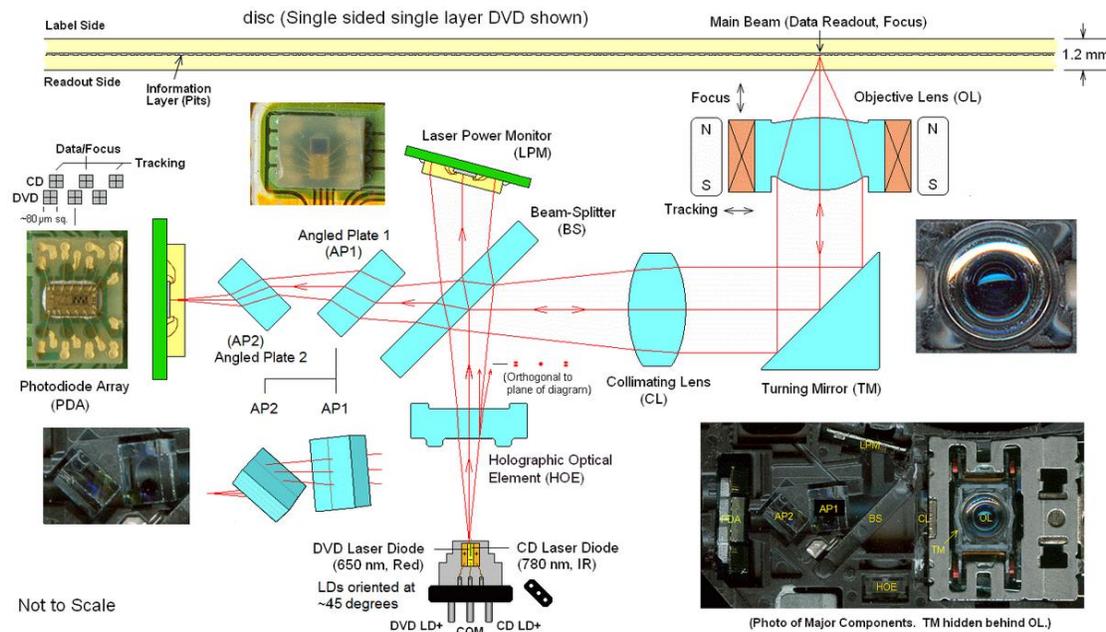
APPLICATIONS AUTOUR DU CD/DVD

Tout dans le lecteur de CD/DVD peut être source d'applications car les divers composants peuvent être considéré comme des briques technologiques:

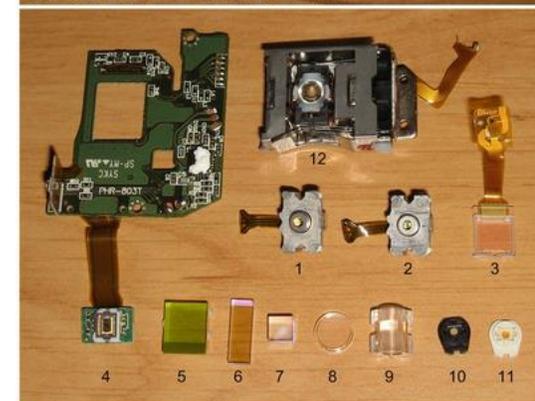
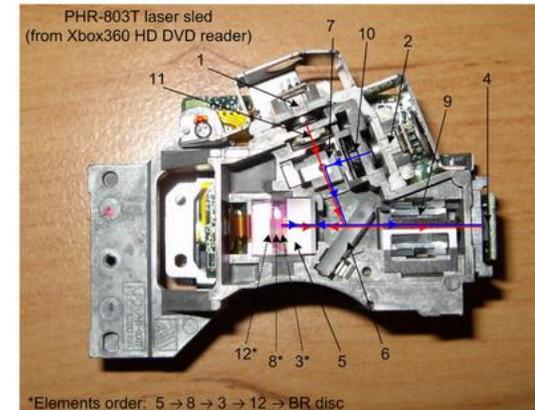
- ✓ En conservant la carcasse plastique avec le moteur pas à pas et en actionnant le tiroir d'ouverture/fermeture du tiroir CD/DVD on peut allumer une LED dont les connections sont soudées aux connections du moteur. Le mieux est d'utiliser une diode double (vert/rouge par exemple) (principe de la dynamo)
- ✓ Les moteurs: courant continu, pas à pas, brushless (vous pourrez utiliser une carte permettant de faire fonctionner ces trois types de moteurs)
- ✓ suivant le mouvement du tiroir la diode s'éclaire en rouge ou en vert.
- ✓ L' « **optical pick up** » dont les principaux composants sont :
 - ❖ Un ou deux **lasers** (CD/DVD)
 - ❖ Des **optiques de mise en forme du faisceau**
 - ❖ Des **miroirs semi-transparent**
 - ❖ Une / des **photodiode(s)**
 - ❖ Une **lentille de focalisation** montée sur un moteur linéaire (magnétique)

APPLICATIONS FRUGALES AUTOUR DU CD/DVD (2)

- L'optical « pick up »: les principaux composants en sont :
- un ou deux lasers (CD/DVD)
- Des optiques de mise en forme du faisceau
- Des miroirs semi-transparents
- Un réseau de photodiode(s)
- Une lentille de focalisation montée sur un moteur linéaire (magnétique)



Beam Paths of Optical Pickup in Philips/Lite-on DS-8A8SH CD/DVD RW Drive



- 1 - 650 nm / 780 nm LD
- 2 - 405 nm LD
- 3 - multisegment LCD panel for wavefront aberration correction
- 4 - optical detector matrix
- 5 - turning mirror
- 6 - beamsplitter (half-silvered mirror)
- 7 - dichroic cube beamsplitter (HT@650,780 HR@405)
- 8 - collimating lens
- 9 - expanding lens
- 10 - diffraction grating ($d \approx 11 \mu\text{m}$)
- 11 - diffraction grating ($d \approx 18 \mu\text{m}$)
- 12 - focusing lens with positioning mechanics

DVD BLU-RAY → LASER BLEU 405 NM

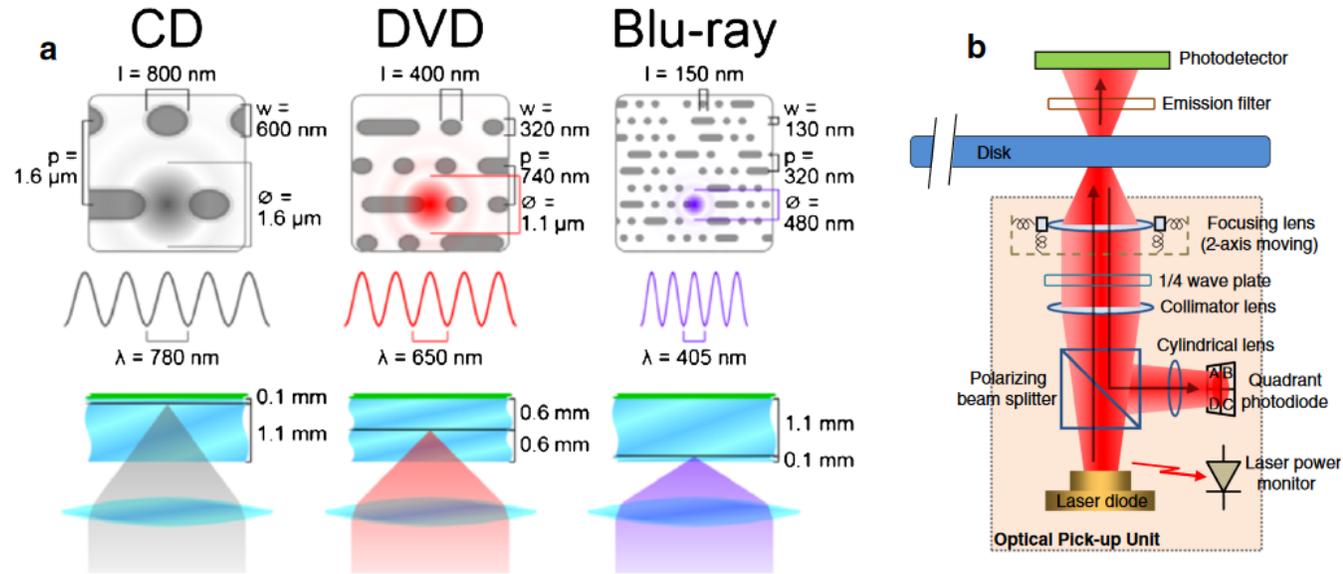
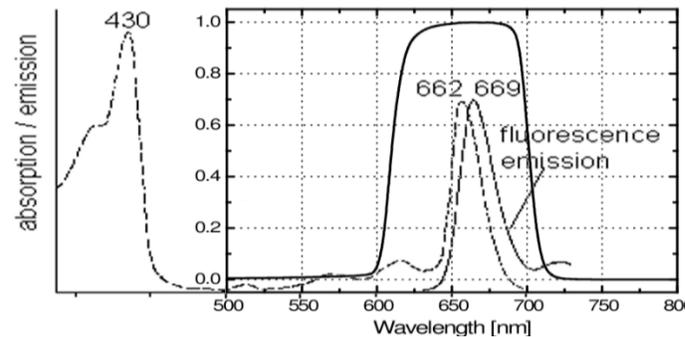
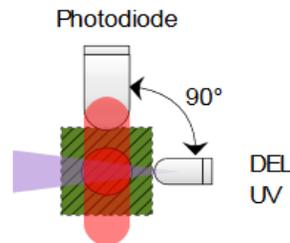
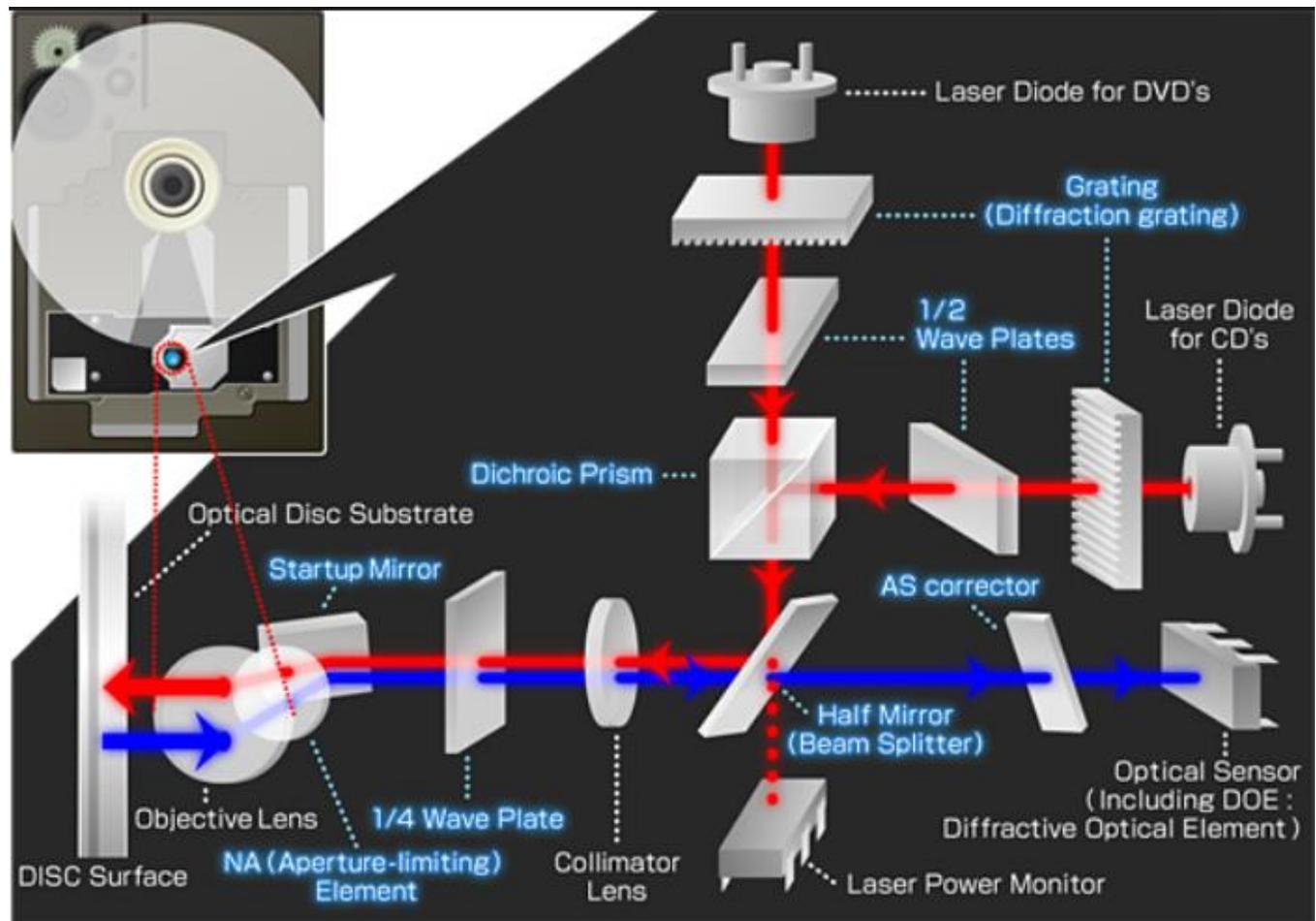


Fig. 1 a Comparison of the optical characteristics of CDs, DVDs, and Blu-ray discs. The dimensions indicated are track pitch (p), pit width (w), minimum length (l), laser spot size (ϕ) and wavelength (λ). **b** An optical

pickup unit of a disk drive. (a Adapted from https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ad/Comparison_CD_DVD_HDDVD_BD.svg)

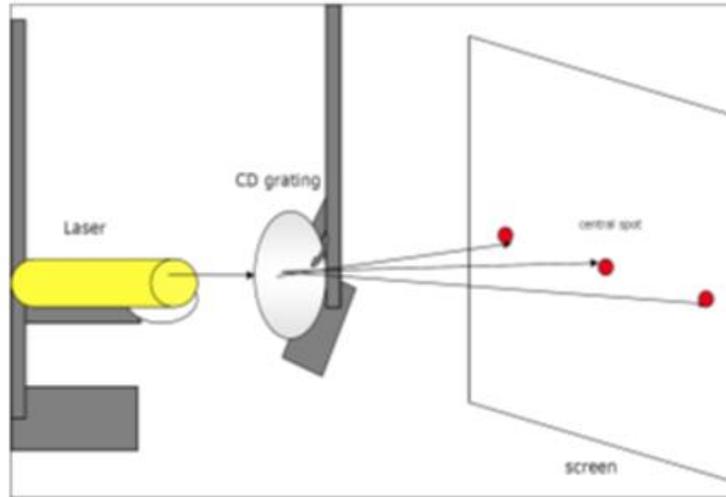
Applications du laser « bleu »: excitation de la fluorescence dans la végétation, la molécule de chlorophylle donnant une fluorescence rouge quand elle est éclairée par un laser UV
 Autre exemple : huile d'olive





APPLICATIONS AUTOUR DU CD/DVD (3)

- Métrologie autour du disque (CD/DVD)



Equations

$$d (\sin\theta) = m\lambda \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

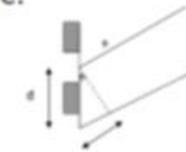
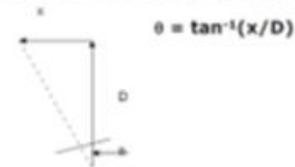
d = distance between slits

θ = angle of diffraction

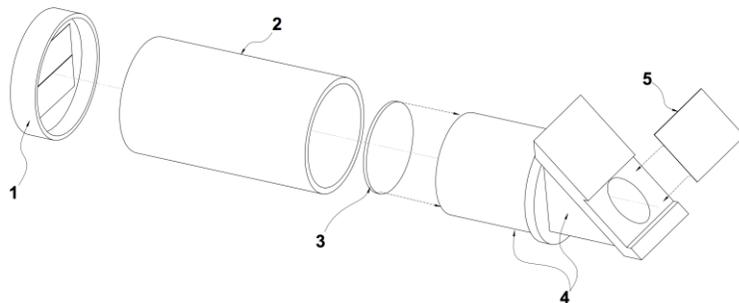
λ = wavelength of light

m = the order # for the bright fringes

To find θ measure distance from grating to screen and the first order distance and then by using trigonometry calculate the angle.



- Mini spectromètre imprimé 3D (Omar Omarchea)



<https://www.researchgate.net/publication/320132096>

Opt. Pura Apl. **50** (3) 239-249 (2017)

APPLICATIONS AUTOUR DU CD/DVD (4)

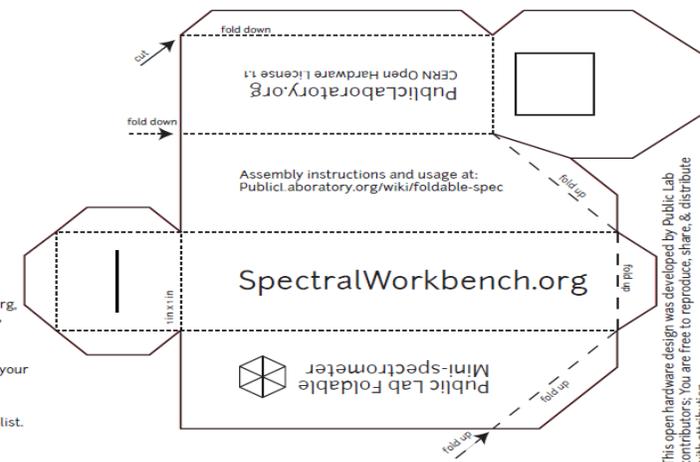
- Possibilité d'actionner le **moteur pas à pas** avec une **carte Arduino** (on peut utiliser le Raspberry Pi aussi), si on rajoute une **web cam avec une lentille inversée** on peut construire un **microscope pour l'éducation**



- Le disque peut être utilisé comme un élément **dispersif** de la lumière (réseau de diffraction) utile pour la spectroscopie → on peut l'utiliser avec le spectromètre **Public Lab**

Join up, calibrate, & share spectra
Go online to [Spectralworkbench.org](https://spectralworkbench.org), follow the calibration instructions, and you'll be ready to upload calibrated spectra!

Don't forget to share and publish your research as Research Notes on [Publiclaboratory.org](https://publiclaboratory.org), and ask questions through the Public Laboratory Spectrometry mailing list.

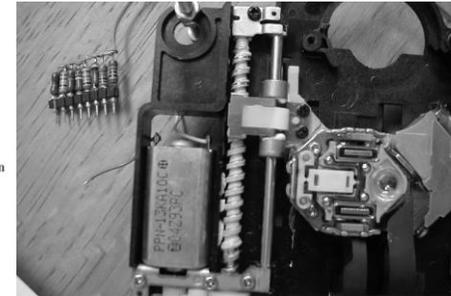
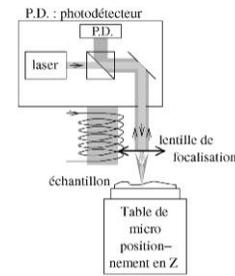


This open hardware design was developed by Public Lab contributors. You are free to reproduce, share, & distribute with attribution.

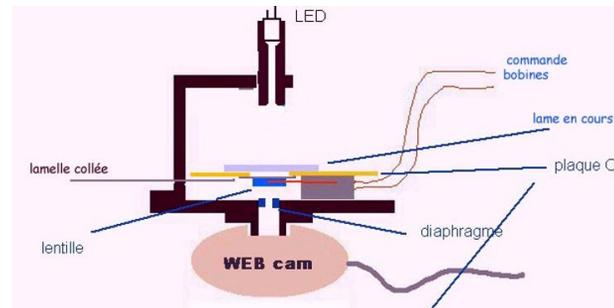
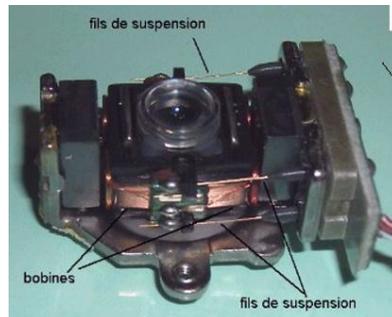
APPLICATIONS AUTOUR DU CD/DVD (5)

- Possibilité d'utiliser l'asservissement de la lentille de l'optical pick up (qui maintient le point focal du faisceau laser à la même profondeur sur le disque en un profilomètre;

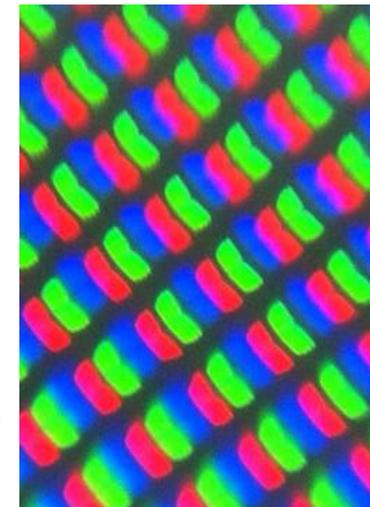
- article Jean Michel Friedt (BUP)
- BUP Vol. 98 - Février 2004 Page 266



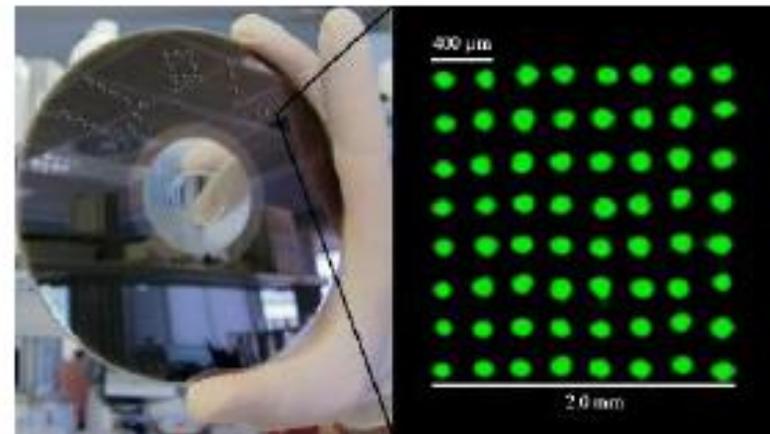
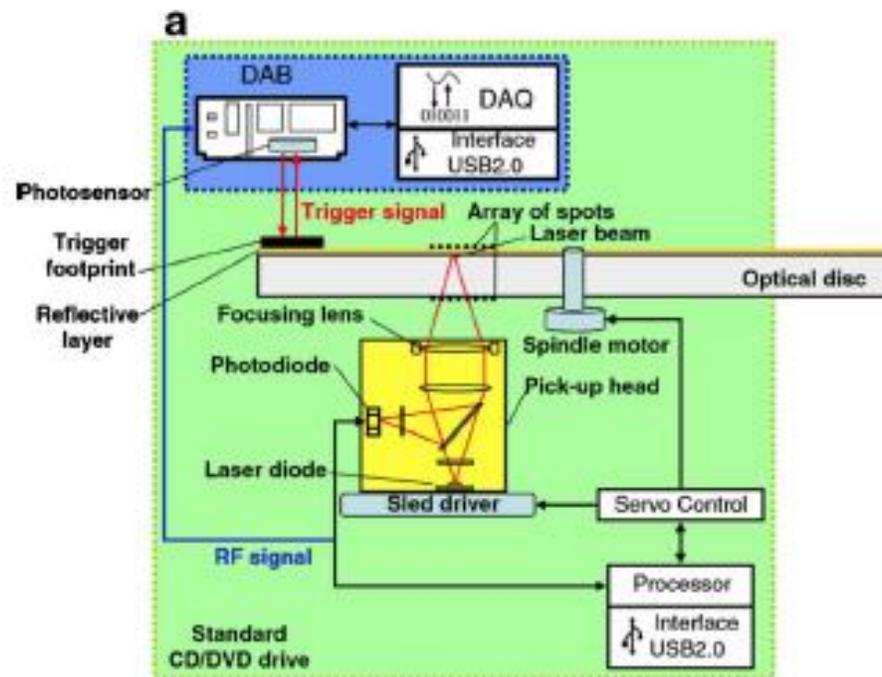
- **Microscope inverse** (Forum « MiKrosopia » Microscope Inversé "Electronique" par Jean-Marie Cavanilhac)



- En utilisant la lentille et en la plaçant sur la surface d'une tablette, on peut à l'aide d'un smartphone placé sur la lentille visualiser les pixels de l'écran avec les filtres B V R du « filtre de Bayer » (Brevet Kodack), D'où une activité ludique appelée « à la recherche des pixels perdus »



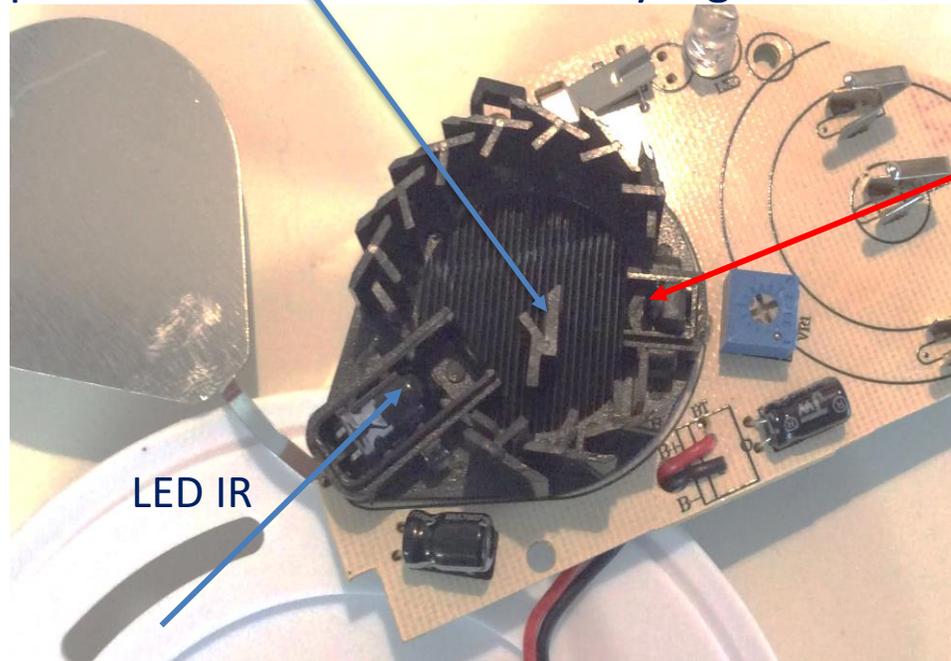
TECHNOLOGY DIVERSION : IMMUNOASSAY WITH CD/DVD



Disc-based microarrays: principles and analytical applications
Sergi Morais, Rosa Puchades, Ángel Maquieira
Anal Bioanal Chem 2016 DOI 10.1007/s00216-016-9423-1

LA PHYSIQUE DU QUOTIDIEN

- La Physique impliquée dans le détecteur de fumée: la diffusion MIE qui est très efficace pour les particules (aérosols) de taille de l'ordre de la longueur d'onde utilisée permet à la lumière de la LED infra rouge d'arriver à la photodiode, le signal ainsi généré déclenche une alarme s'il est supérieur à un seuil.
- Les « chicanes » empêchent la lumière de la LED d'arriver directement à la photodiode et la diffusion Rayleigh est faible par rapport à la MIE



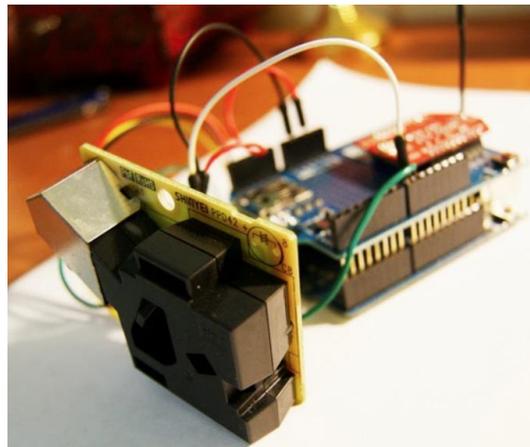
LA PHYSIQUE DU QUOTIDIEN (2) ET LA SCIENCE CITOYENNE

- Association Public Lab (USA) science citoyenne



- Module « DUSTUINO »

- Mesure de la qualité de l'air: PM 10 et PM 2,5
- Basé aussi sur la diffusion Mie (module [Shinyei PPD-42 Dust Sensor](#) détection optique des particules)
- D'autres capteurs (capteurs oxide métal) permettent une détection de gaz comme CO, NO2 et O3 (MICS-e2v)



ASPIRATEUR ROBOT AUTONOME pour « GEEK » → RECUP LIDAR

<https://www.robotshop.com/blog/en/tag/lidar>

<https://www.impulseadventure.com/elec/robot-lidar-neato-xv11.html>

Neato XV-11 LIDAR

One of the cheapest scanning LIDAR sensors appears to be the Neato XV-11. Unlike other general-purpose LIDAR units, the Neato sensor is actually built-in to the Neato XV-11 robotic vacuum cleaner! Unlike other vacuums (such as Roomba) that wander randomly across your floor, the Neato uses its LIDAR sensor to map the room and plan a suitable route for vacuuming.

There are a number of people selling refurbished LIDAR sensor assemblies for **\$100 on eBay**, which makes it the cheapest option if you don't mind integrating a used / refurbished sensor into your robot.

In the image at the right, one can see the spinning plastic turret with two holes: the leftmost contains the LASER diode emitter while the rightmost hole contains a linear imaging element.

Below the turret you can see a DC motor on the right hand side that is used to spin the top assembly. Note that the motor is typically powered by a PWM signal that allows rotational speed control. Some people use a low duty-cycle PWM at 12v to do this (with a closed-loop PID control circuit), but empirically it seems like a constant 3.3v source is sufficient to maintain ~240rpm.



Neato XV-11 LIDAR

FABRICATION DE LENTILLES À PARTIR DE GELS

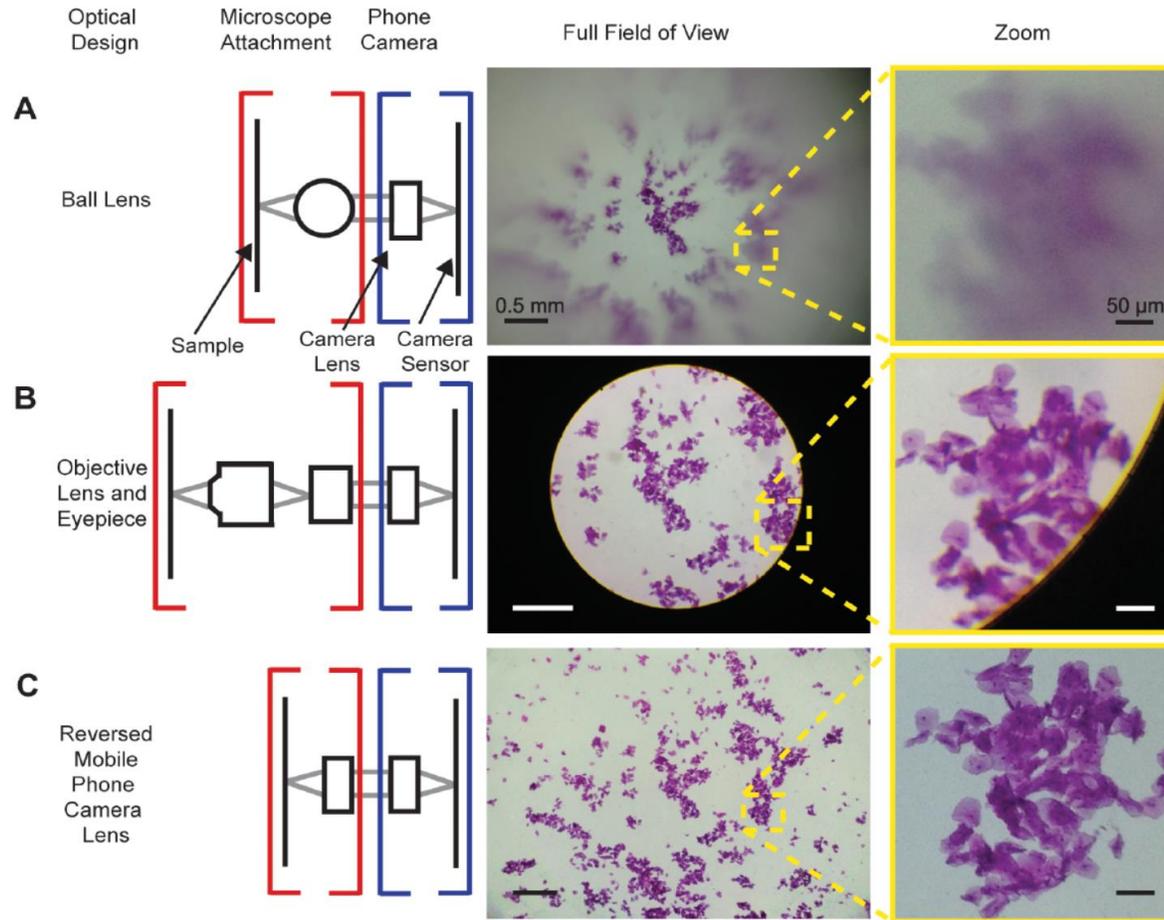
<https://3dprintingindustry.com/news/high-powered-lens-aids-3d-printed-disease-detection-26568/>

Australian National
University



LOW-COST MOBILE PHONE MICROSCOPY WITH A REVERSED MOBILE PHONE CAMERA LENS

Neil A. Switz, Michael V. D'Ambrosio, Daniel A. Fletcher



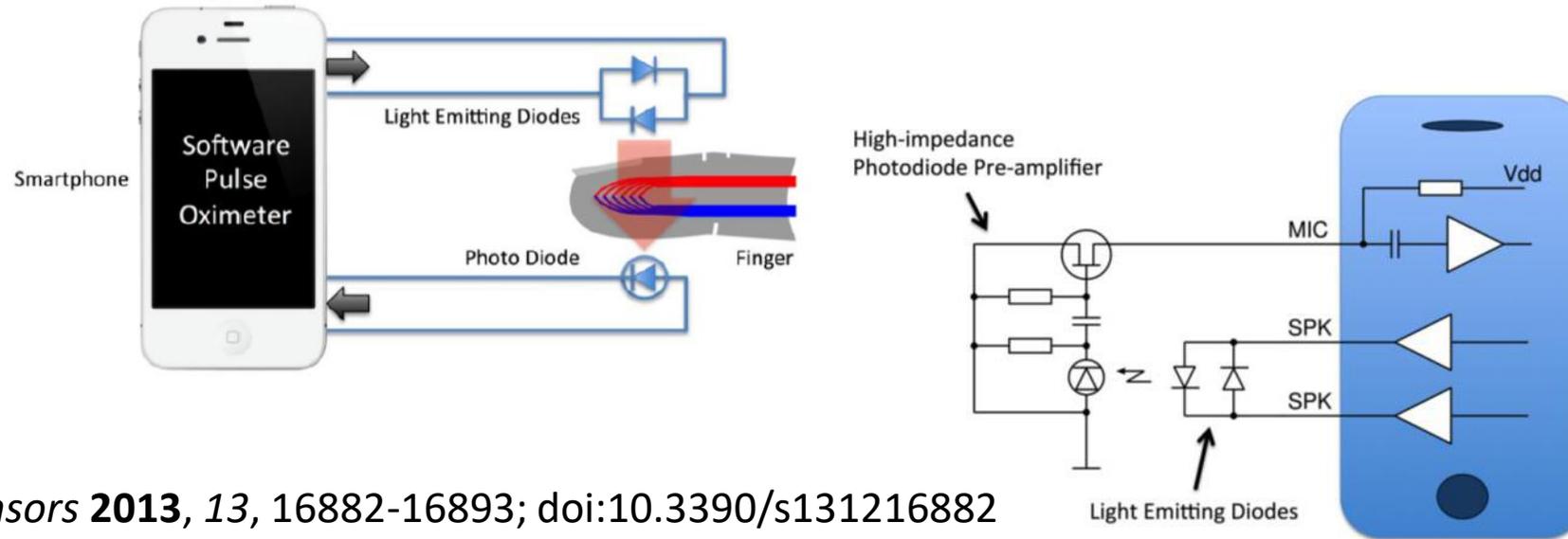
Rouge : dispositif ajouté
Bleu : objectif associé au capteur CMOS

Image d'une cellule épithéliale prise avec une lentille sphérique de 6 mm de diamètre

Objectif 4X/0.10 NA et un oculaire de 20X

La meilleure solution: Association de deux objectifs identiques inversés (tête bêche).

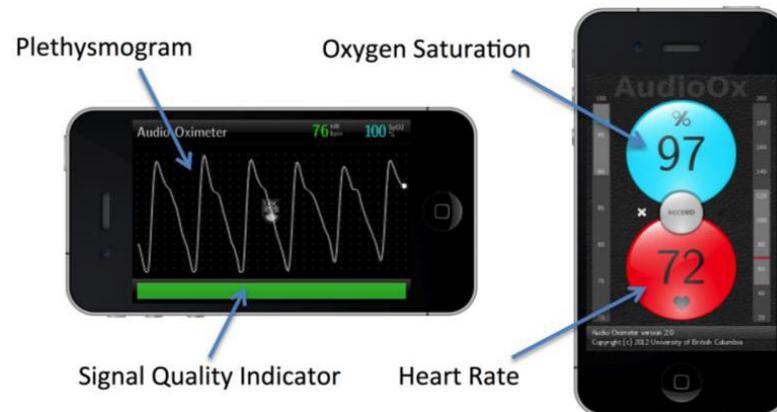
MESURE DE LA SATURATION EN OXYGENE A L'AIDE DE LEDs ET SMARTPHONE



Sensors **2013**, *13*, 16882-16893; doi:10.3390/s131216882

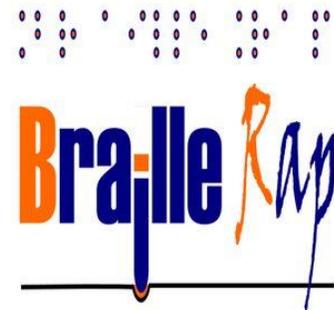
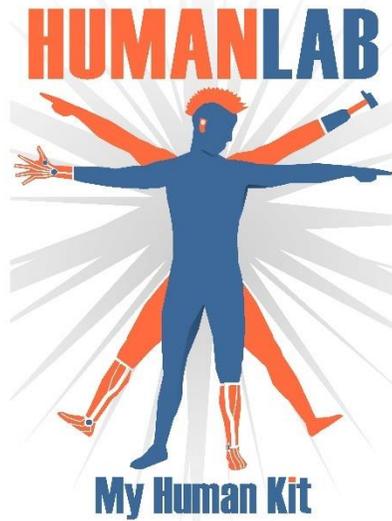
Open access creative common licence

A pulse oximeter works by shining light from two Light Emitting Diodes (LEDs) at different wavelengths, typically 660 nm (visible red) and 910 nm (near infrared), through the arterial blood of a finger or an ear and detecting the transmitted light with a photodiode. Hemoglobin molecules with and without oxygen attached have different optical absorption characteristics at these wavelengths, and the oxygen saturation, SpO₂, can be deduced from the ratio of the transmitted light at the two wavelengths. SpO₂ is the percentage of hemoglobin molecules that have oxygen attached compared to those that are not bound to oxygen. A healthy individual has an oxygen saturation level above 95%. A decrease below 95% is a strong indicator of an oxygen delivery or consumption imbalance, for example caused by impeded gas exchange in the lungs resulting from severe respiratory diseases like pneumonia and asthma [12–15] or due to an increase in consumption as well as impeded gas exchange seen in other systemic inflammatory and infectious diseases [10].



INNOVATION FRUGALE POUR LE HANDICAP : BEAUCOUP DE CREATIVITE

- Association My Human Kit (Rennes) :



Transformer une imprimante 3D pour le Braille

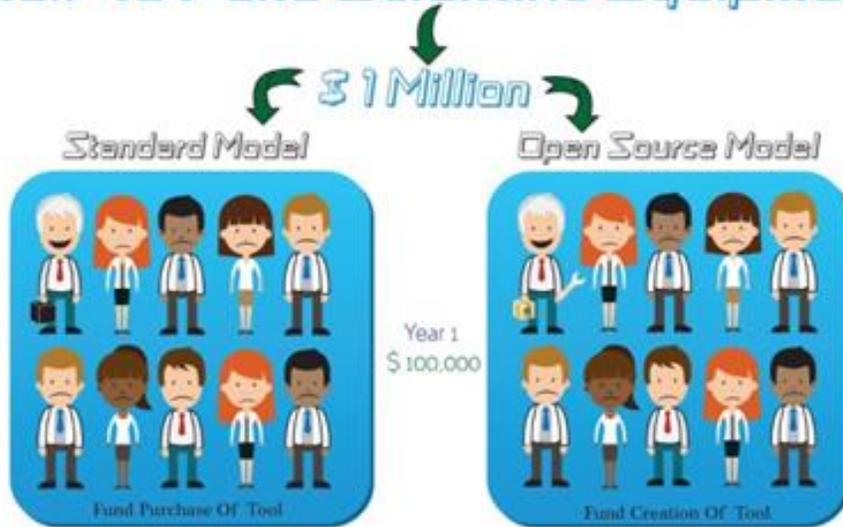


Mobilité électrique d'une chaise roulante avec une trottinette électrique



POURQUOI UTILISER LES APPROCHES « SOURCE OUVERTE » POUR FABRIQUER LES INSTRUMENTS DE RECHERCHE ET LES EQUIPEMENTS DE LABORATOIRE?

How to Fund Scientific Equipment

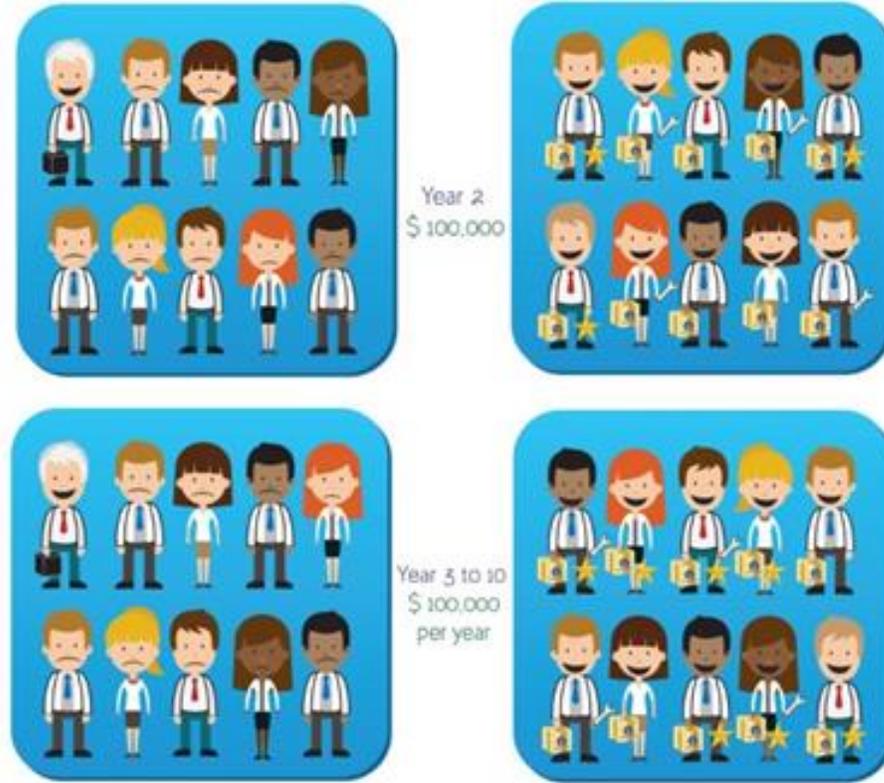


* Only about 10% of NSF and NIH grants are funded

AAAS



* Open source scientific hardware costs ~10% of proprietary hardware (Pearce, JM. Open Source Lab. Elsevier, 2014)



Total

Proprietary

Only 10 scientists funded for 10 tools, most out of date.

90% of scientists remain unfunded.

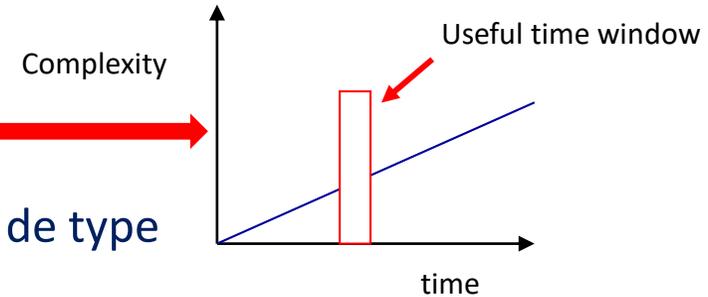
Open Source Hardware (OSH)

100% of scientists funded, 91% state-of-the-art research tools, all open and easily upgrade-able for the cost of materials

Source: <http://blogs.scientificamerican.com/quest-blog/science-for-all-how-to-make-free-open-source-laboratory-hardware/>

PROBLÈMES

- ❑ Formation du personnel des institutions scientifiques à ces méthodes
- ❑ Souvent il n'y a pas de propriété intellectuelle
- ❑ **Fenêtre d'opportunité** pour la disponibilité des technologies et leur « recyclage » et détournement.
- ❑ Cet écosystème nécessite un environnement de type « source ouverte » et un accès libre.
- ❑ Centraliser l'information notamment celle concernant les instruments et équipements de laboratoire et la faire circuler: catalogue sur site internet,
- ❑ Principe de la science collaborative :
Tout seul on va peut être aller plus vite, mais ensemble on va plus loin!
→ **Il faut arriver à créer des équipes multi-disciplinaires**
On ne peut pas enseigner la créativité, mais on peut créer des conditions pour qu'elle s'exprime.



LES DANGERS DE L'EVOLUTION DE LA TECHNOLOGIE VERS TOUJOURS PLUS DE MINIATURISATION



Il faut tirer le signal d'alarme, car bientôt, nous n'aurons plus la possibilité de trouver des composants (surtout dans le domaine de la photonique) pour l'instrumentation dans les nouveaux développements industriels:

Disparition des lecteurs CD DVD Blue Ray

Disparition des souris, disparition des disques durs, etc... remplacés par des mémoires flash,

Il y a bien quelques opportunités nouvelles comme les moteurs de drones qui peuvent être détournés pour fabriquer des centrifugeuses à bas coût.

Il y aura de plus en plus de développements de capteurs et de dispositifs MEMS et même NEMS, dont la fabrication ne peut être effectuée que dans quelques usines dans le monde et qui n'est donc pas « démocratique » ou délocalisable à moins de trouver un moyen ou accord pour partager et équiper des labos du Sud de moyens adéquats.

Cependant pour le côté informatique, il restera des détournements possibles comme par exemple l'utilisation de « Play Station Sony » pour le contrôle du synchrotron SESAME.

Phyphox - Physical Phone Experiments



your phone is a lab



Rassemblement de scientifiques, professeurs, ingénieurs, techniciens, la commission « Physique sans Frontières » a pour ambition de faciliter le déploiement de la physique et des sciences qui lui sont associées (**Astrophysique, Biologie, Biophysique, Chimie, Chimie Physique, Electronique, Optique, etc..**) dans les pays où les conditions économiques et sociales ne sont pas favorables au développement des sciences, en coopération avec les collègues de ces pays. Les actions de coopération à entreprendre sont complexes puisqu'il faut absolument prendre en compte les réalités locales qui imposent qu'il n'y ait pas de solution globale mais des actions au cas par cas. Elles concerneront à la fois les aspects théoriques et expérimentaux. Enfin nous serons également une interface entre les demandes de coopération et les acteurs scientifiques.

Buts (non exhaustif) :

- Apporter notre expérience sans l'imposer aux collègues des pays à faibles ressources.
- Connecter les différentes initiatives et ainsi pouvoir mettre en relation les équipes avec partage d'expériences et des acquis.
- Stimuler des initiatives originales, par exemple grâce à des concours et les soutenir.
- Réfléchir à des innovations pour la fabrication d'instruments scientifiques (**à coût abordable et avec une approche « open hardware »**) pour les expériences de travaux pratiques, pour l'enseignement supérieur et la recherche, voir comment nous pourrions aider à la mise en place de « start up » pour fabriquer localement des instruments scientifiques.
- Informer sur les nouvelles méthodes issues de « l'open source », de la science collaborative et de la révolution du numérique.
- Promouvoir des donations d'instruments scientifiques en état de marche, suivant les préconisations des pays demandeurs. Il faut vérifier que les laboratoires bénéficiaires puissent effectivement exploiter les instruments (expertise, achats de consommables, pièces détachées..).
- Rassembler les forces des différentes sociétés savantes, académies, etc.. de manière à arriver à une masse critique suffisante pour rechercher des financements pérennes.
- Travailler avec des initiatives sœurs de différents pays européens, ICTP, ISP, etc...
- Mettre en place des canaux de communication adaptés pour nos membres et les membres des différents groupes de travail.

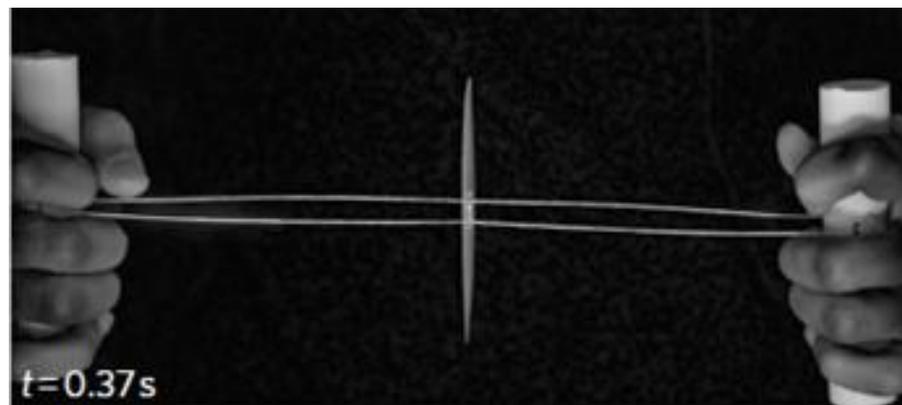
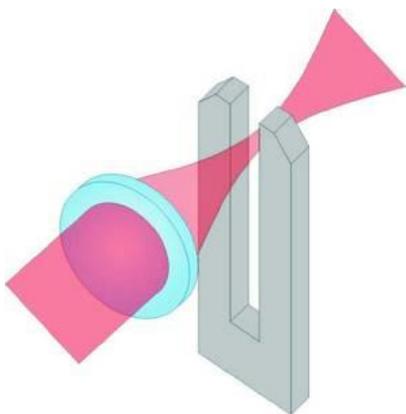
Physique sans Frontières est rejointe depuis le début de l'année 2019 par « Optique sans Frontières » commission de la SFO.

DEVELOPPER L HUMANITAIRE SCIENTIFIQUE PAR DES ECHANGES

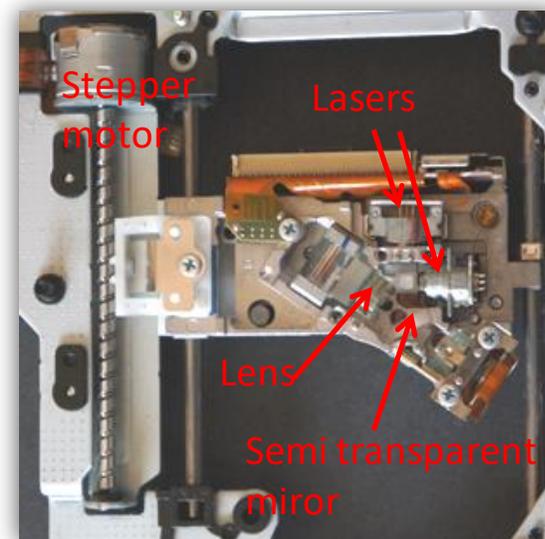
Pour les stages d'élèves ingénieurs, étudiants, une partie peut être dédiée à l'application des connaissances technologiques et scientifiques acquises durant les études pour le développement de l'enseignement et de la formation dans les pays à faibles ressources : passer de l'humanitaire tout court à l'humanitaire scientifique quand c'est possible !

Stratégie:

- avoir des partenaires locaux fiables,
- Penser à la pérennité,
- Niveau de technologie à envisager,
- Liaison avec la société civile,



MERCI POUR VOTRE ATTENTION



Journal en accès ouvert sur la fabrication d'équipements en source ouverte:

<https://www.journals.elsevier.com/hardwarex>