

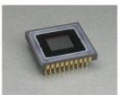
RCE 2014

# *Evolution des détecteurs de lumières*

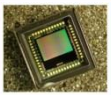


Patrick Baroni  
AACCEA Astronomie  
Club Eclipse  
Astroqueyras

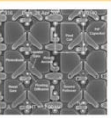
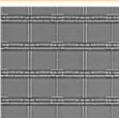




Capteur CCD



Capteur CMOS



MICROPHOTOGRAPHIE

# Arbre de la mesure des lumières.

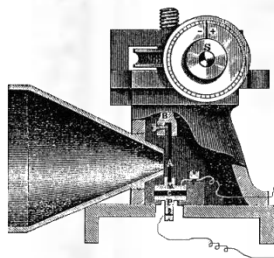
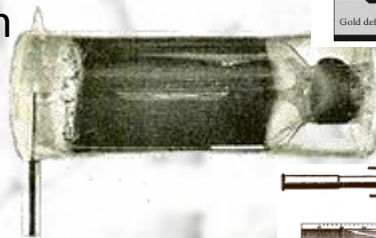
**Il a fallu attendre les années 80 pour remplacer le tube othicon par les CMOS-CCD.**

1947: Invention du transistor à semi-conducteur [Bardeen](#), [Shockley](#) et [Brattain](#)

Image Othicon (1945)



1925: Tube Vidicon [Dieckmann](#) & [Hell](#)

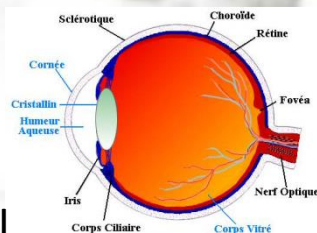


1870: Tasimètre Edison

1850: Photographie [Niepce](#) & [Arago](#).

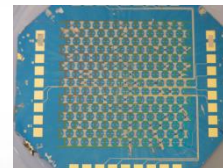


Au départ l'oeil

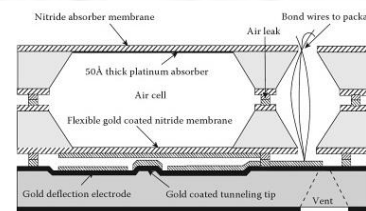


Legende: - M&eacute;me Transparent - Membrane opaque

1965 Intensificateur de lumi&eacute;res- 1955 photocathodes...

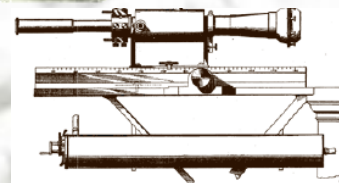


Bolom&eacute;tre actuel

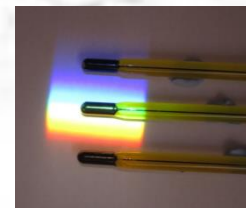


1940: Bolom&eacute;tre de [M. Goly](#)

1878 Bolom&eacute;tre S. P. Langley



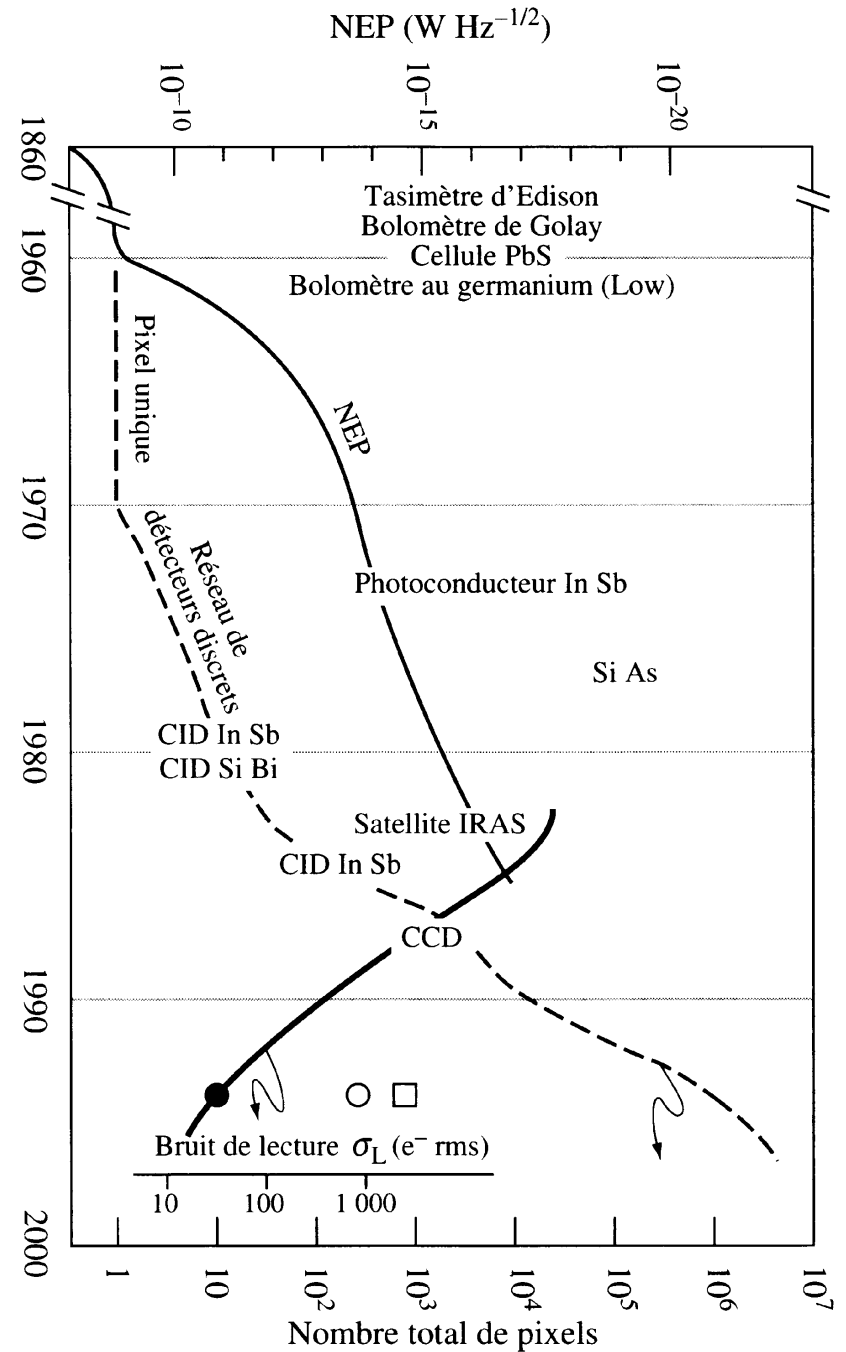
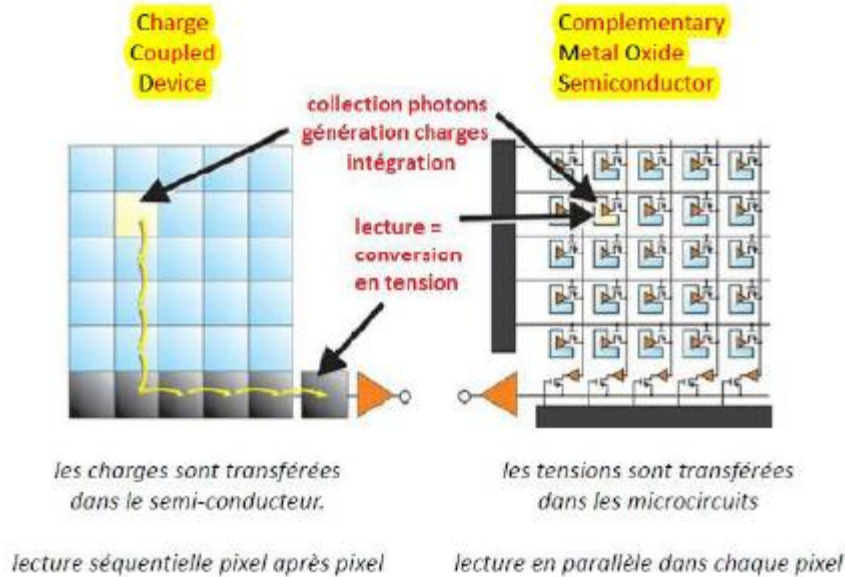
1800: [W. Herschel](#): mesure &agrave; l'aide d'un prisme et d'un thermom&eacute;tre



# Evolution des détecteurs de lumière

(Astrophysique, méthode physique de l'observation)

Le duel des deux grandes familles:







Evolution des caméras CMOS / CCD  
pendant ces 20 dernières années  
1994-2014

## 1994- 2000

Vers les années 1996-2000, les premières caméras CCD ou CMOS, appelées WEBCAM, font leur apparition grand public.

- Les Webcams CMOS avaient par pixel, un taux de remplissage de 20%, la matrice était composée de 640/480 Pixels.
- Leurs capacités étaient limitées aux astres brillants. Cependant l'entrée son, pouvait être utilisée pour enregistrer des Phemu, avec une datation au DCF77.
- Une autre « webcam » améliorée fait son apparition en 1998: la DMK.

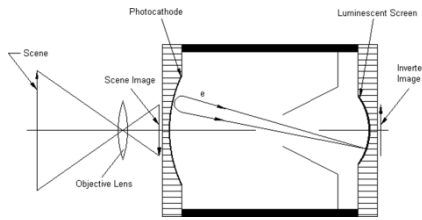


*Photo prise avec Webcam Philips (1998)*



# 1994- 2000

Les tubes intensificateur de lumière pouvaient permettre d'accéder au ciel profond avec une WebCam. En 2014, le ciel profond est accessible avec un téléphone portable.



Samsung Galaxie 3  
+ intensificateur

## 1994- 2000:

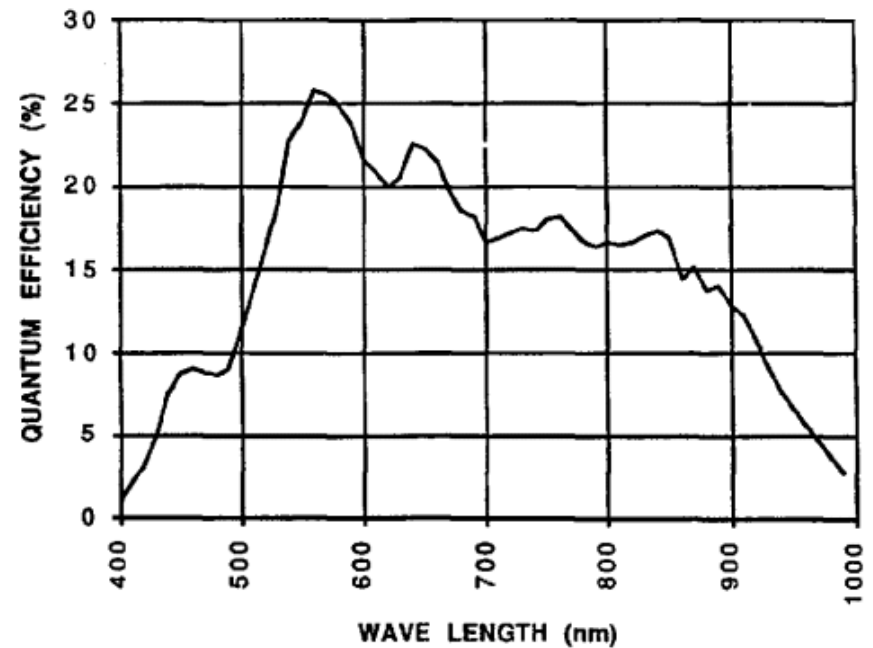
Durant cette période, les premières caméras refroidies étaient commercialisées sous le nom de HISIS 22 ou 24, avec une dynamique de 12 bits, le capteur était un Kaf 400.

Au début des années 2000, une autre caméra appelée Audine avec son kaf 400 était développée par et pour les amateurs.

-Les spécificités de ce capteur sont:

- Gain quantique moyen 0.2
- Bruit  $13^e$ - rms
- Dynamique 37 000
- Utilisé souvent en mode 12 bits

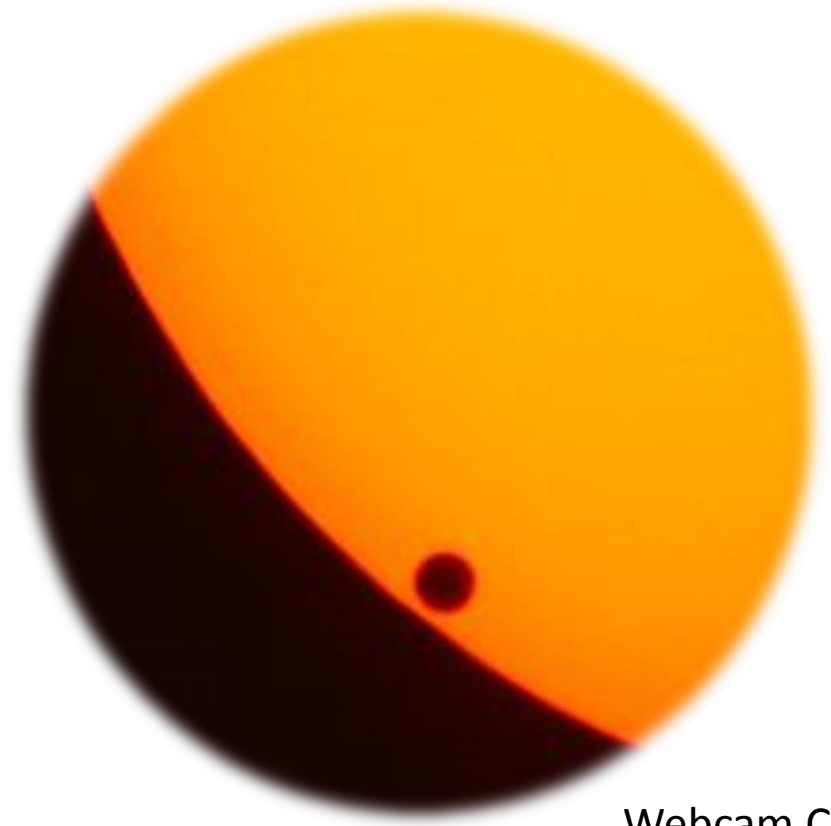
Il est à noter que ce capteur a très vite évolué vers un gain moyen quantique de 0,2 à 0,4 entre 1996 et 2004.



2000-2004:

Entre 2001 et 2004, les capteurs sont devenus de plus en plus accessibles au grand public:

L'actualité astronomique fut particulièrement proluxe lors des passages de Mercure puis Vénus devant le Soleil.



Webcam CCD  
Philips et LX90

- Mars 2004 EOS 1D mark II Canon était née



2004-2008

**Du nouveau vers les années 2005, des APN de qualité avec objectifs interchangeables de demi-format ou plein format font leur apparition grand public à des prix abordables, remplaçant presque définitivement la photographie argentique.**

**Le 350D Canon était née:  
un capteur CMOS non refroidi avec un bruit réduit presque équivalent à une caméra bas niveau, le taux de remplissage de ce capteur CMOS monte à plus de 40%.  
attirant de nouveaux amateurs à l'astro-observation.**

## 2004-2008

Entre 2004 et 2008, les APN deviennent de plus en plus perfectionnés, la taille des pixels diminue, le nombre de pixels ne cesse d'augmenter et le bruit de fond continue de diminuer.

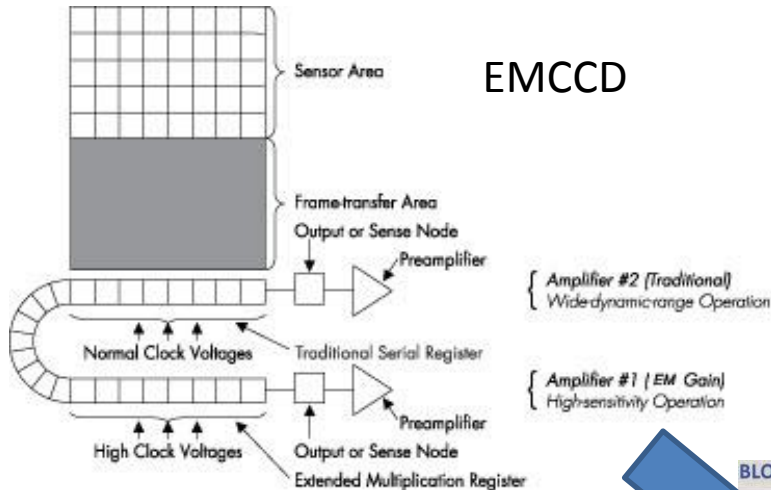
Il en est de même pour les capteurs CCD, on voit apparaître pour des amateurs des caméras CCD refroidies de très grandes tailles:

### - STL-11000M-C2 Typical Specifications-

- **Imaging CCD** Kodak KAI-11000M, Class 2 **Pixel Array** 4008 x 2672 pixels, 36 x 24.7 mm **Total Pixels** ~11 million **Pixel Size** 9 x 9 microns **Full Well Capacity** 50,000 e<sup>-</sup>  
**Dark Current** 0.5 e<sup>-</sup>/pixel/second at 0 degrees C **Antiblooming** ABG only  
**Shutter** Electromechanical and Electronic **Exposure** 0.001 to 3600 seconds, 10ms resolution **Correlated Double Sampling** Yes **A/D Converter** 16 bits **A/D**  
**Gain** 0.8e<sup>-</sup>/ADU unbinned, 1.6e<sup>-</sup> binned **Read Noise** 13e<sup>-</sup> RMS **Binning Modes** 1 x 1, 2 x 2, 3 x 3 **Full Frame Download** 26 seconds **Cooling** -

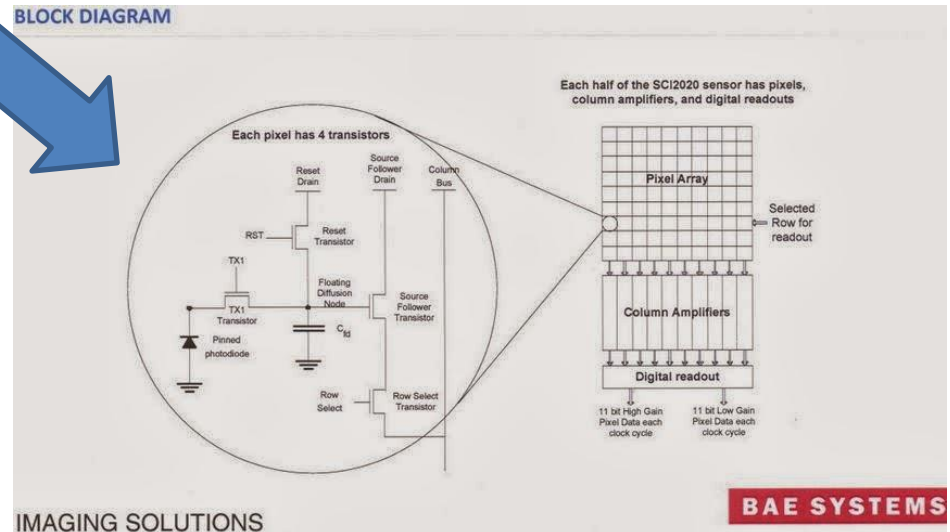


Vers 2008-2009, apparaissent de nouveaux capteurs CCD amplifiés appelés EMCCD, ces capteurs seront bientôt éclipsés par les sCMOS moins couteux à la fabrication mais avec une dynamique moindre.



sCMOS

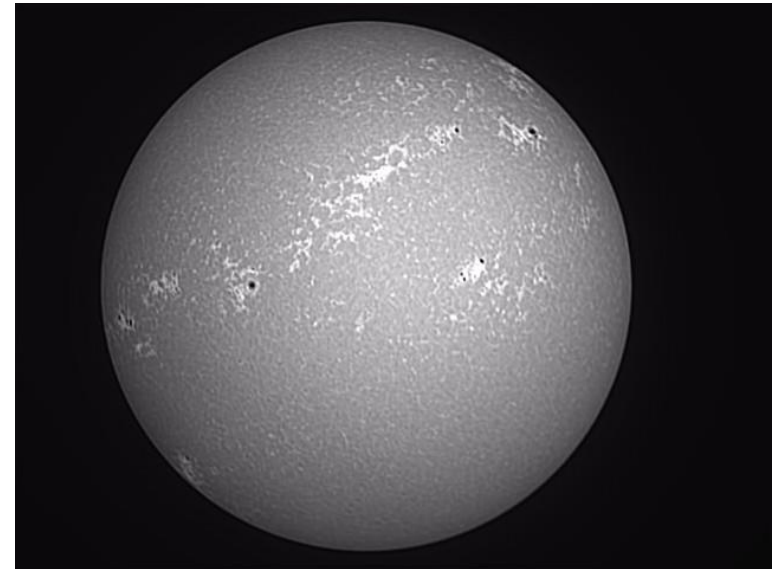
Même si ces caméras sont refroidies, elles sont surtout utilisées en mode vidéo rapide.



Années 2010-2012

Pour les amateurs, apparaissent de nombreuses caméras aussi bien bas niveau que de petites caméras pour faire des vidéos rapides

IDS, Blasers... développent à moindre coup des caméras utilisées en mode vidéo et aux prix d'une DMK, mais avec une vitesse 2 fois plus rapide et 5 fois plus sensibles, 75 à 115 img/s



Caméra IDS 2210 et Coronado PST



## 1936 plaque photographique

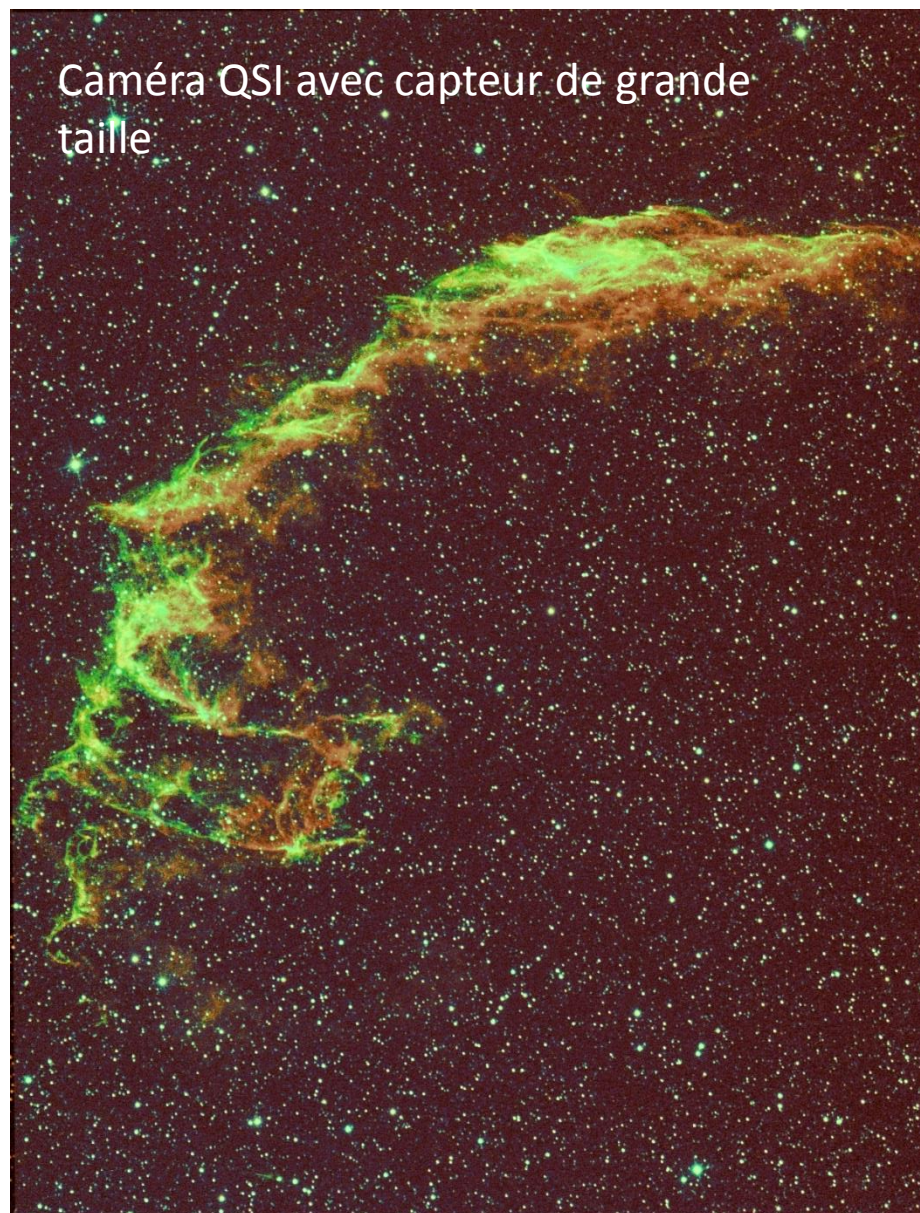
**LA NÉBULEUSE N. G. C. 6995 CYGNI (PARTIE SUD)**

Photographie obtenue par M. de KEROLYR  
à la Station d'Astrophysique de l'Observatoire de Paris  
à FORCALQUIER (Basses-Alpes)

Télescope de 0<sup>m</sup>80 (optique de M. Couder). — Durée de la pose : 7<sup>h</sup>. 30<sup>m</sup>. — Plaque Lumière Orto Super-Spéciale,  
Echelle : 30' = 99<sup>mm</sup> et 1<sup>mm</sup> = 18",2

Planche offerte par X

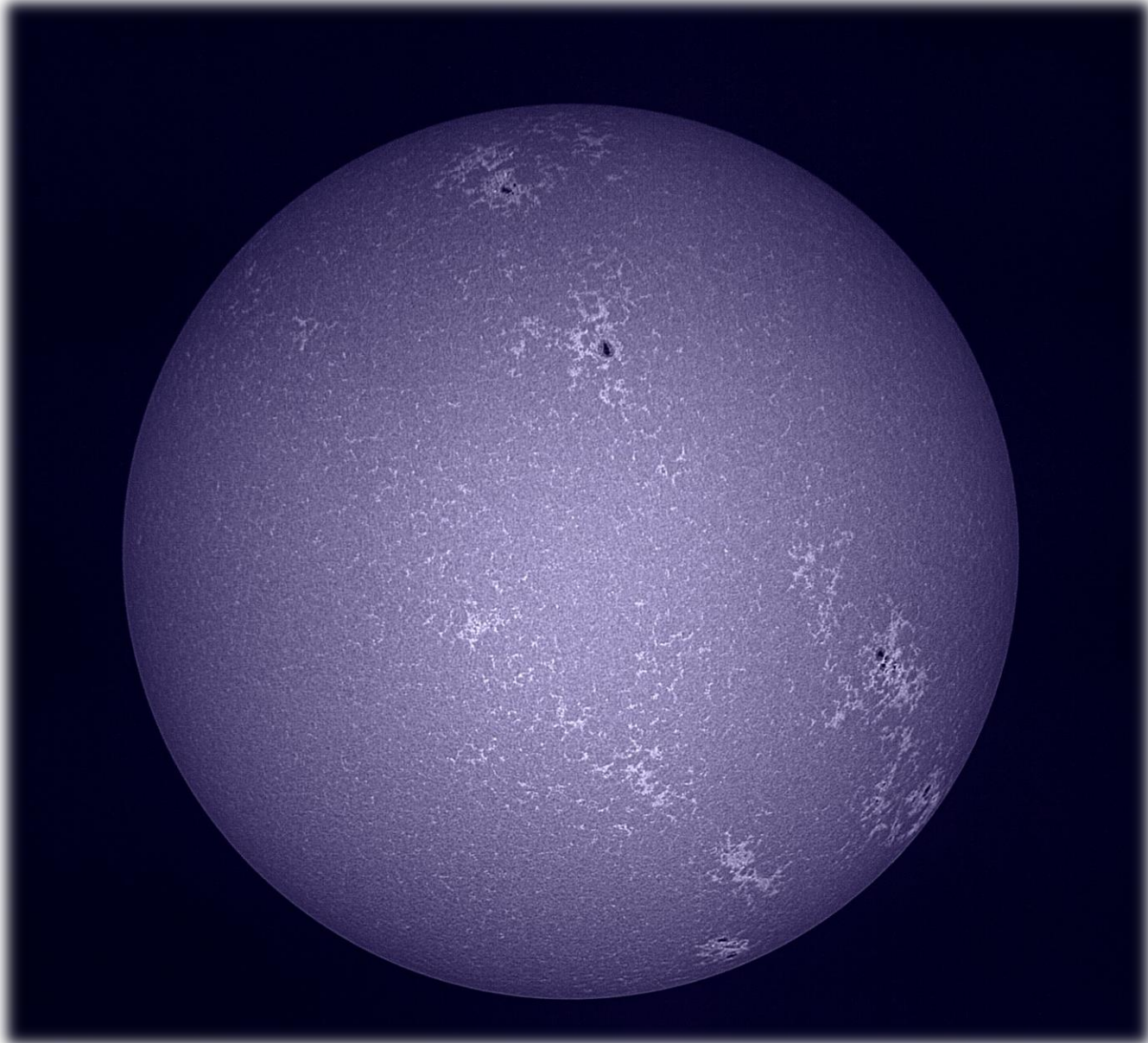
## CCD caméra 2012 filtre H Alpha SII OIII



Caméra QSI avec capteur de grande  
taille



2013: apparition de grands capteurs à vitesse rapide sur des petites caméras  
Capteurs CMOSIS ou Sony (2040 \*2040 ) pixels

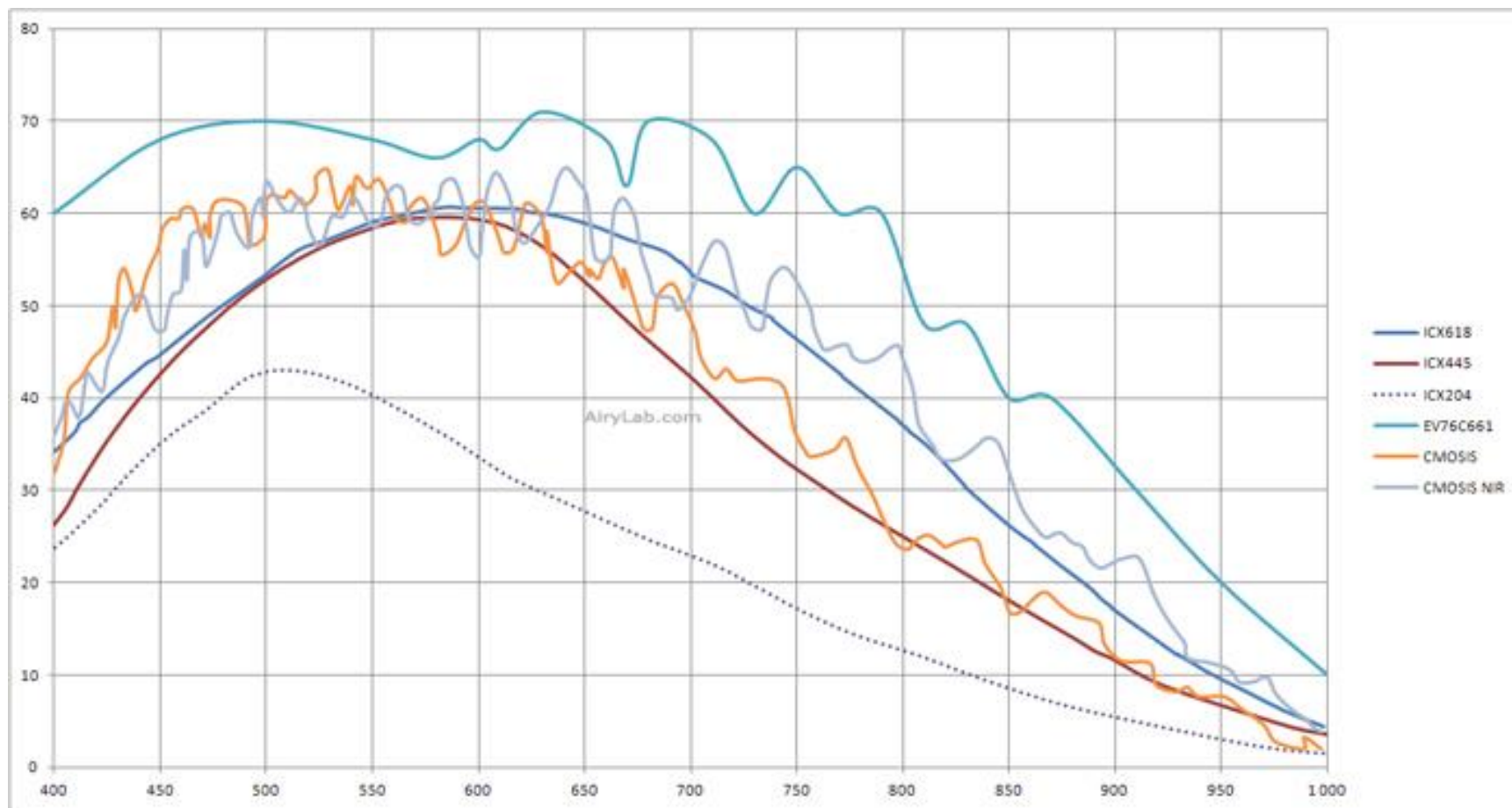


*IDS CMOSIS  
Lunette 80\*450  
et filtre B600  
Calcium*



2012-2014

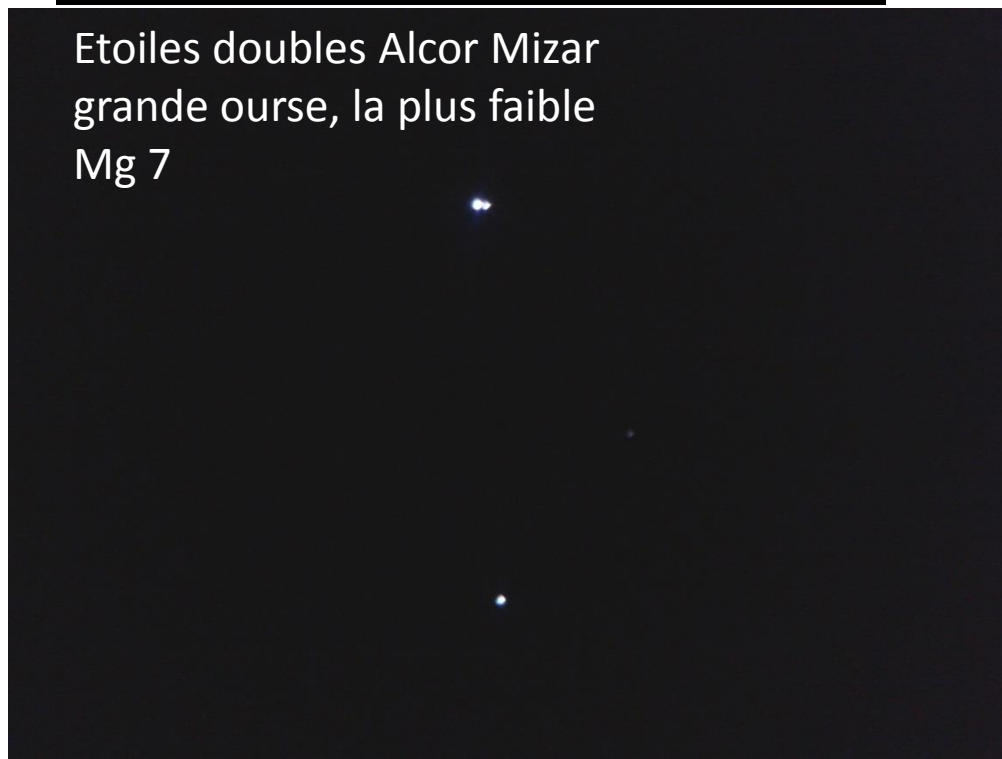
Gain des derniers capteurs CMOS éclairage face avant, taux de remplissage 60 à 70%, Source AirLab 2012- 2013



Les premiers téléphones portables CMOS utilisable pour faire des photos en astronomie

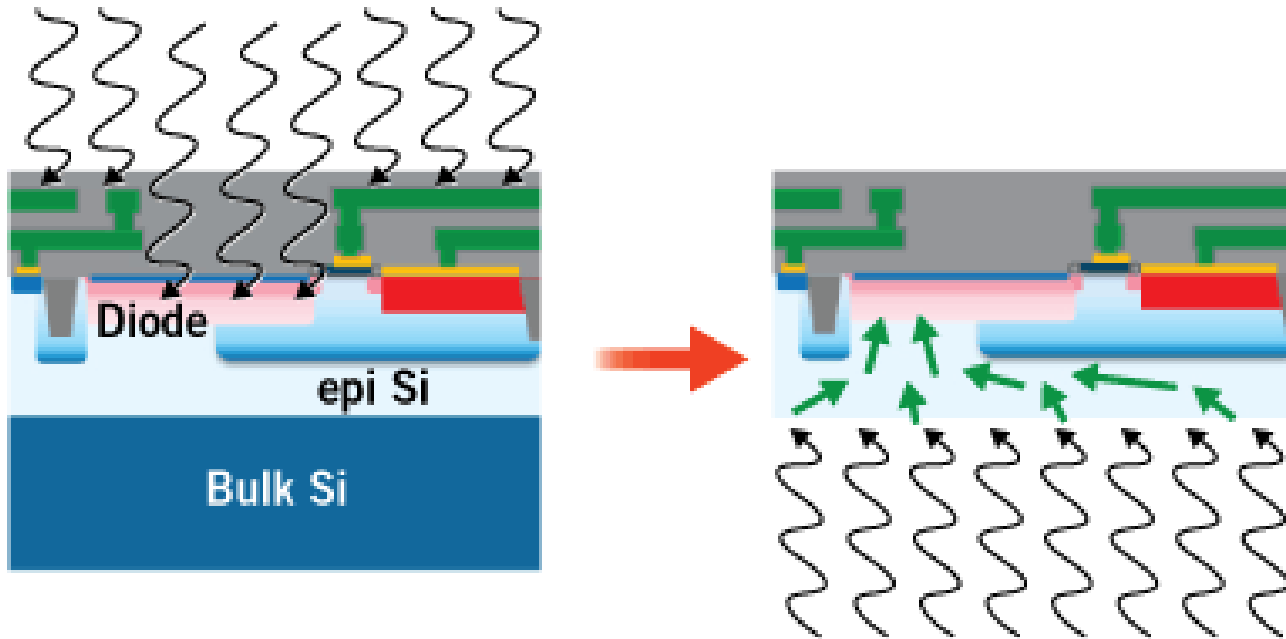


Etoiles doubles Alcor Mizar  
grande ourse, la plus faible  
Mg 7



2012-2014

# Evolution des capteurs CMOS vers l'éclairage face arrière

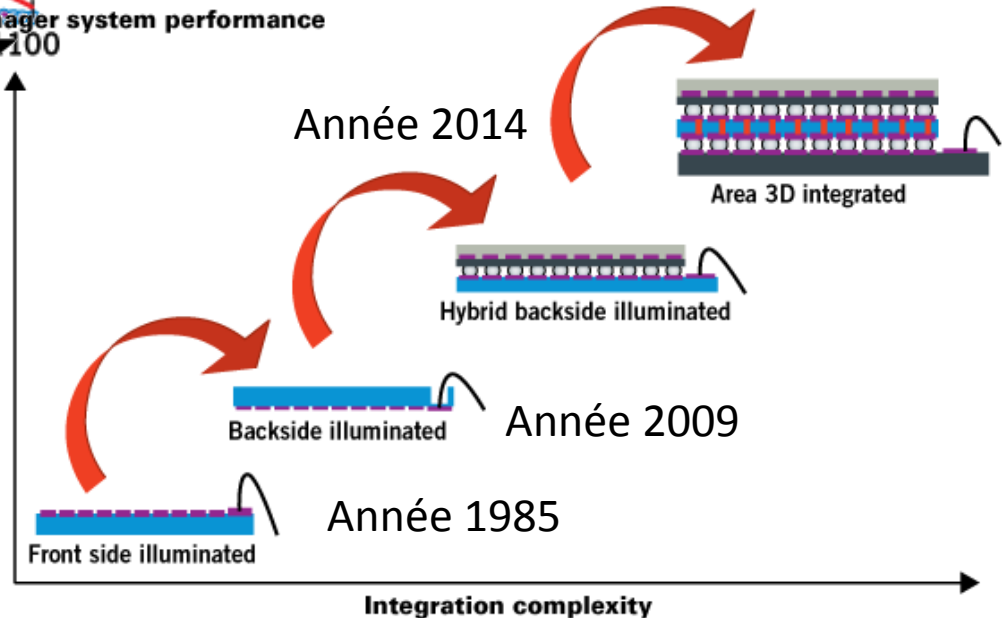
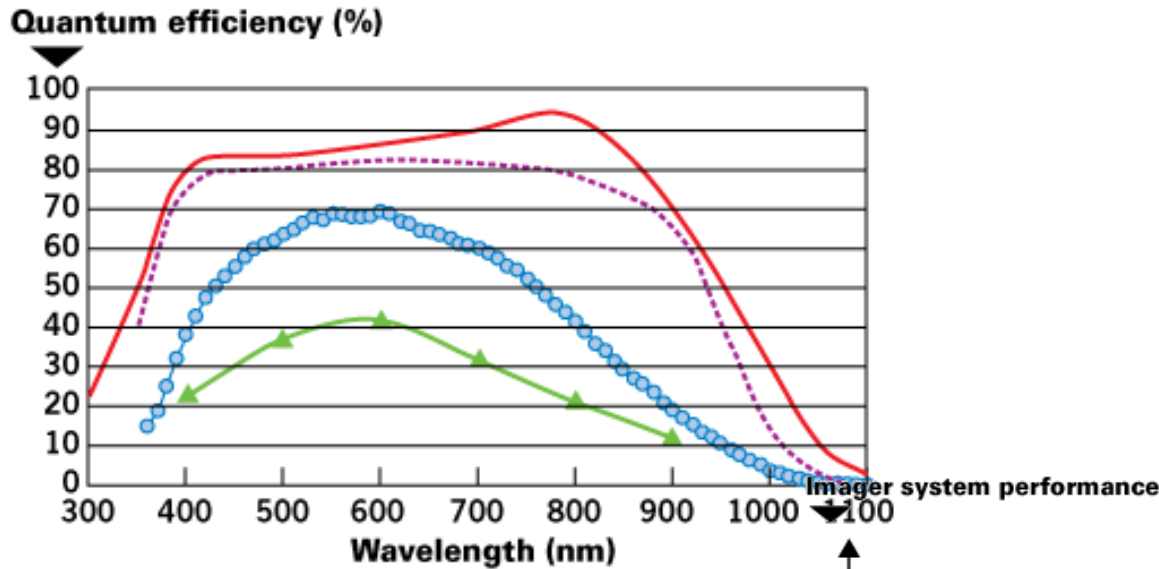


Schema of an FSI imager (left) and BSI imager (right).



2012-2014

Quantum efficiencies over the visible spectrum, from bottom to top: (1) FSI imager without microlenses, (2) FSI imager with microlenses, (3) state-of-the-art BSI, (4) BSI from imec with record efficiency. *Bientôt ces capteurs seront dans les APN!!!*

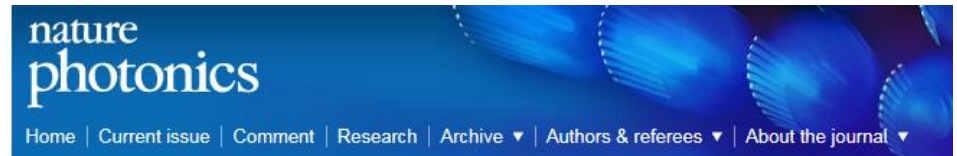
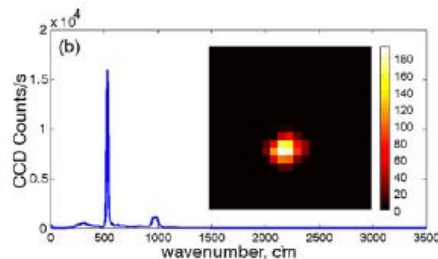
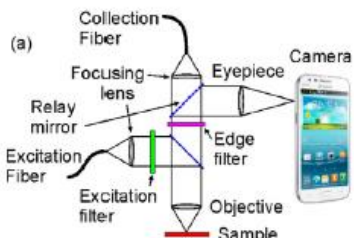
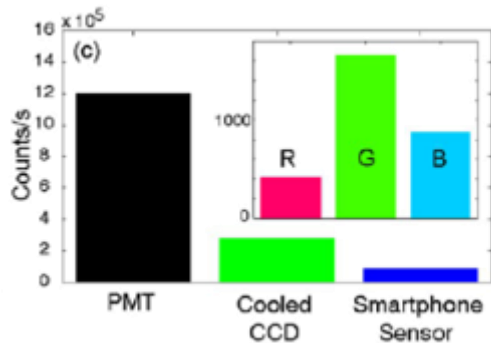


# Chose incroyable: les capteurs des nouveaux téléphones portables (Area 3D integrated) peuvent remplacer des caméras ultra-sensibles datant seulement de 2008...

2014:



**Retour vers le Futur!**



Home | Current issue | Comment | Research | Archive | Authors & referees | About the journal

home > archive > issue > research highlights > abstract

ARTICLE PREVIEW

[view full access options >](#)

NATURE PHOTONICS | RESEARCH HIGHLIGHTS



## RAMAN SPECTROSCOPY Phone sensing

David Pile

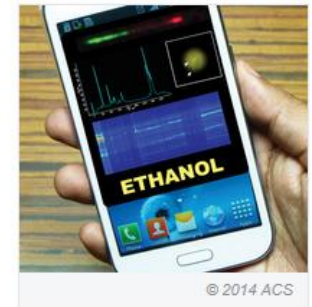
*Nature Photonics* **8**, 168 (2014) | doi:10.1038/nphoton.2014.30

Published online 28 February 2014

[Citation](#) [Reprints](#) [Rights & permissions](#) [Article metrics](#)

*ACS Photon.* **1**, 17–26 (2014)

A smart phone's image sensor is capable of detecting signals required for Raman spectroscopy, according to researchers in Turkey. Sencer Ayas and co-workers from Bilkent University integrated a smart phone into a confocal Raman microscope set-up that had been modified to enable the phone's camera to record wide-field Raman images. This modification involved placing a collimator and a dispersive optical element in front of the camera. The team was able to record Raman spectra from ethanol and silicon, the latter being excited by a focused beam from a green laser (wa...



© 2014 ACS





# Les caméras servent aussi pour visualiser via scintillateurs, des photons X, neutrons, (couplage caméra et intensificateurs)...

American Journal of Applied Sciences 11 (9): 1558-1565, 2014

ISSN: 1546-9239

© 2014 Baroni and Noirez, This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution

(CC-BY) 3.0 license

doi:10.3844/ajassp.2014.1558.1565 Published Online 11 (9) 2014 (<http://www.thescipub.com/ajas.toc>)

## USING LIGHT TO SEE NEUTRONS AND ACCESSING THE 2D HIGH RESOLUTION: BAROTRON: A NEW PULSE FOR NEUTRON SCATTERING

Patrick Baroni and Laurence Noirez

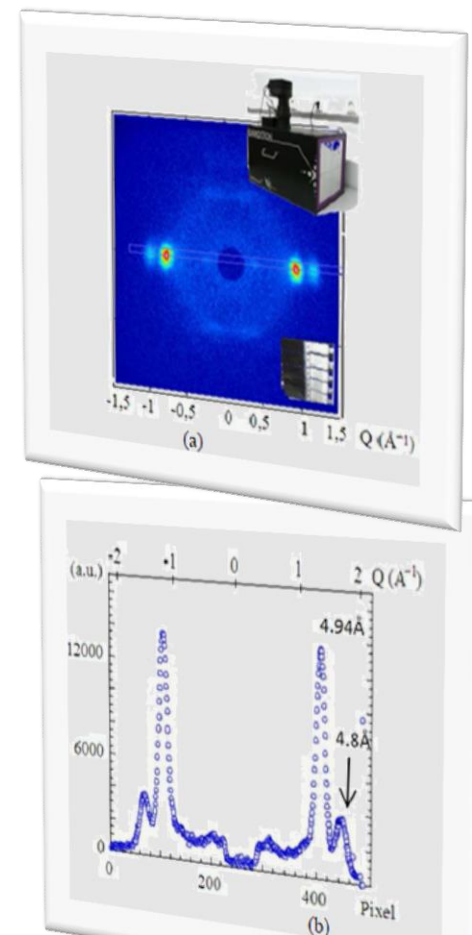
Laboratoire Léon Brillouin (CEA-CNRS), CE-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cédex, France

Received 2014-05-28; Revised 2014-06-13; Accepted 2014-07-26

### ABSTRACT

Since first years of exploitation in 1960-70, neutron scattering has emerged as a unique and non-destructive means to probing inside matter properties at the nanometer length scales. Because the neutron production is scarce and expensive, the detection has to be extremely efficient. We take advantage of the recent improvements of light sensors in photon detection and detection dynamics, to develop a new type of two-dimensional neutron detector combining high detection efficiency and high spatial resolution. A prototype named Barotron (from the name of the inventor) has been built on this strategy. This 2D-neutron detector displays exceptional performances: Wide reciprocal space observation, spatial resolution lower than 0.5mm, low detection threshold ( $<1$  neutron/cm<sup>2</sup>/s), reduced dimensions and a permanent possibility of upgrading. We underline the advantage of associating an accurate wavelength selection and point out the possibility to operate in time of flight mode. This type of instruments certainly foreshadows the future neutron scattering landscape, in particular in the view of future spallation sources.

**Keywords:** Neutron Scattering, High Resolution, Detection, Nanostructure



Same sample: 2D pattern (without correction, smoothing or binning) of wide angle neutron spectrum viewed with the new Barotron detector, 0.5m long, 20kg (inset picture at the top) equipped with a graphite monochromator (inset picture at the bottom) (sample-detector distance: 60mm,  $l = 3.6\text{\AA}$ , 4mm diaphragm, wavelength dispersion  $DI/l \gg 2\%$ , acquisition time: 900s (incident flux: 6.105 neutrons/cm<sup>2</sup>/s)) and the corresponding profile (b) along the 110 and 002 reflections



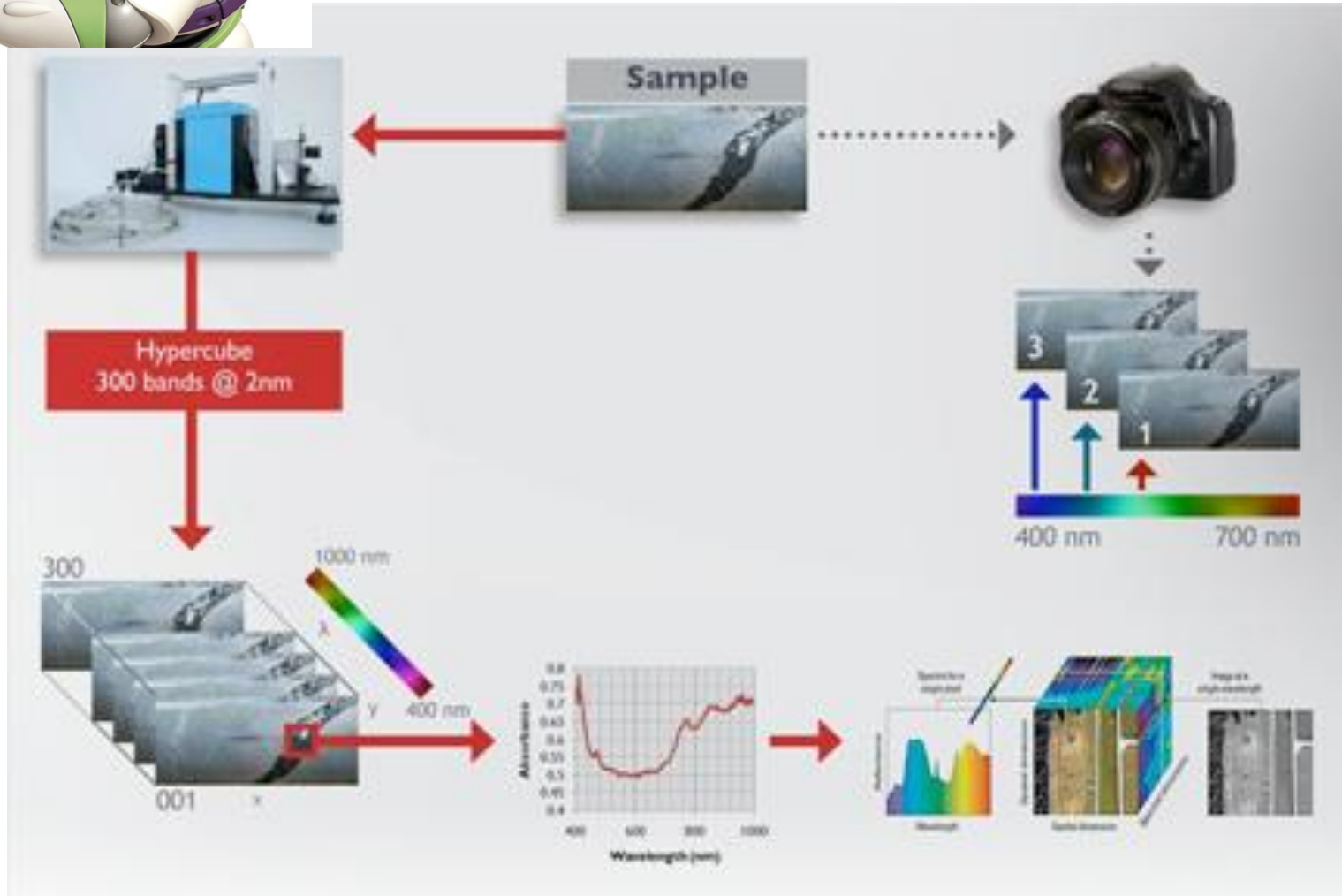
2014:

## *Vers l'infini et au-delà*

Les modèles futurs des caméras:

Très rapides et

Imagerie Hyper Spectrale et Big Data (labo CNRS)



*Aujourd'hui c'est déjà demain,*

Une caméra commerciale **hyperspectrale** est déjà disponible dans le commerce, bientôt adieu les spectros!



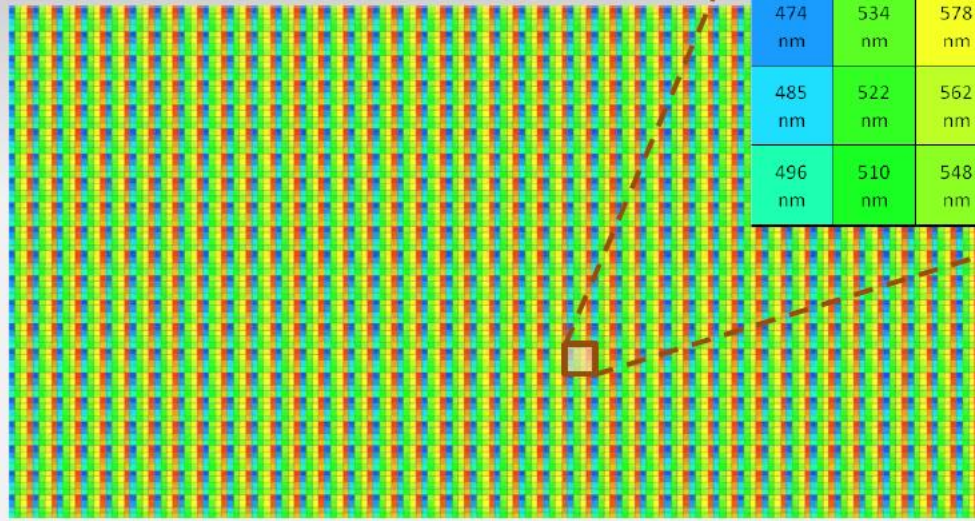
Hyperspectral Imaging (HSI) cameras

Snapshot Mosaic

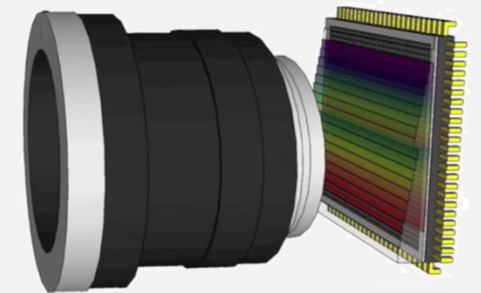
ximea

4x4 mosaic, 16 bands

1088 pixels



465 nm	546 nm	586 nm	630 nm
474 nm	534 nm	578 nm	624 nm
485 nm	522 nm	562 nm	608 nm
496 nm	510 nm	548 nm	600 nm



Imec's hyperspectral imaging set-up



En conclusion:

*Il y a quatre ans, j'avais décrit les potentiels du 350D du Canon défiltré, je n'aurais pas pu imaginer l'évolution actuelle!*



M8, télescope 150\*1250mm 350D défiltré 800 ASA, avec correction, 100 s d'exposition...(technologie 2005)



M8, Télescope 150\*750mm Le 100D CANON à 6400 ASA corrigé Dark et Flat, 30 s d'exposition, sans défiltrage!!!  
(technologie 2014)





*De quoi l'avenir sera fait?*

*Entre l'invention de la photographie et l'application grand public, il a fallu attendre 30 ans.*

*Maintenant quelques mois tout au plus suffisent pour que le grand public bénéficie des dernières innovations...*

*On est dans une période de progrès sans précédent*

*Seuls les pays ou entreprises qui développeront ces nouvelles technologies ne seront pas à la traîne!!!*