

Voyage au cœur de l'infiniment petit...

De la paille au microscope

ou...

Comment la microscopie a
révolutionné la biologie !



ERRMECe
équipe de recherche
sur les relations matrice
extracellulaires-cellules

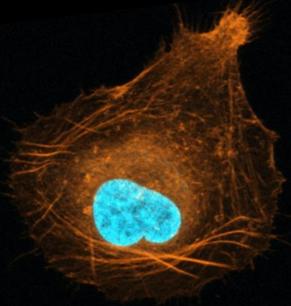
R. Agniel, J. Leroy Dudal

Vos orateurs

Olympiades de Biologie, Neuville sur Oise, 13 mars 2024

Voyage au cœur de l'infiniment petit...

Les cellules
dans tous
leurs états !



J. Leroy Dudal, R. Agniel

Image : L. Lauvergat, stagiaire 2nde, mars 2024

ERRMECE
équipe de recherche
sur les relations matrice
extracellulaires-cellules



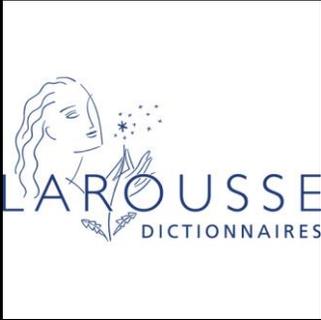
Johanne Leroy-Dudal
Enseignante-chercheuse



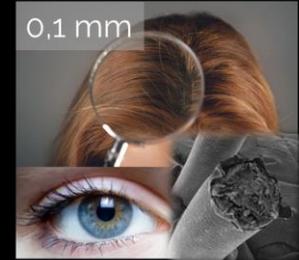
Rémy Agniel
Ingénieur d'étude

Microscopie

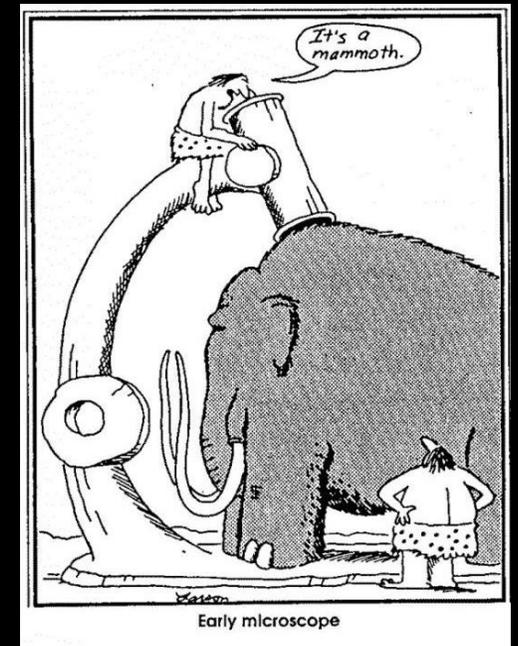
Etymologie : du grec *mikros*, petit, et *skopein*, examiner.



« Instrument destiné à observer de petits objets dont **un système de lentilles** (optiques, électroniques ou acoustiques) fournit une image très agrandie. »



« La **révolution** qui consiste, à la fin du **XVI^e siècle**, à regarder « à la loupe » non plus directement un objet, **mais son image agrandie** est à l'origine de la microscopie. »



16^e siècle

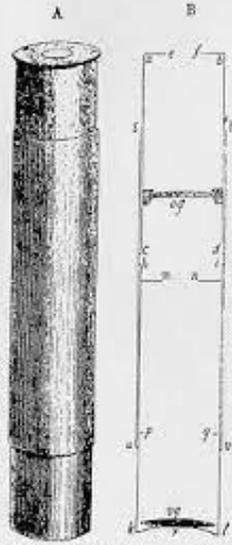
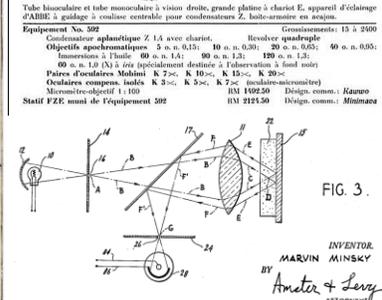
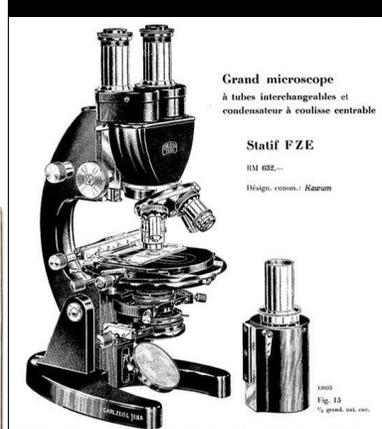
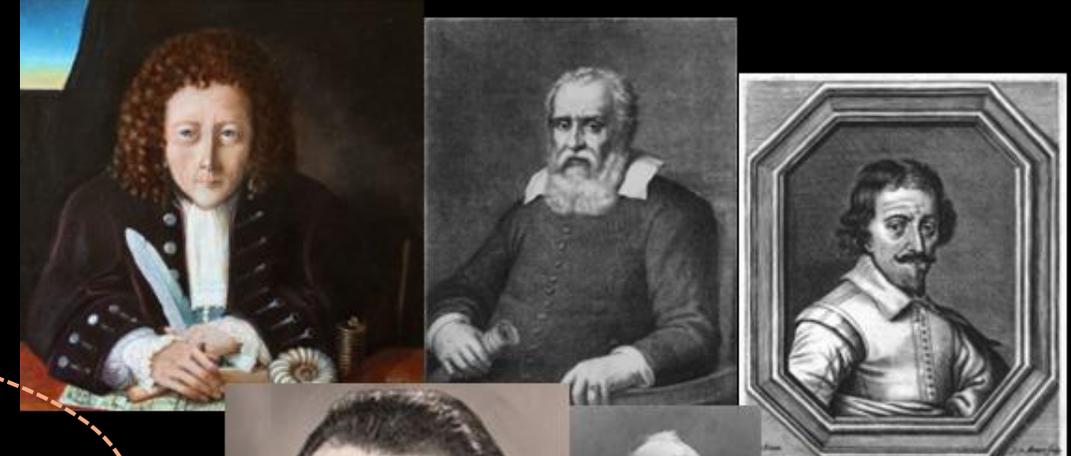
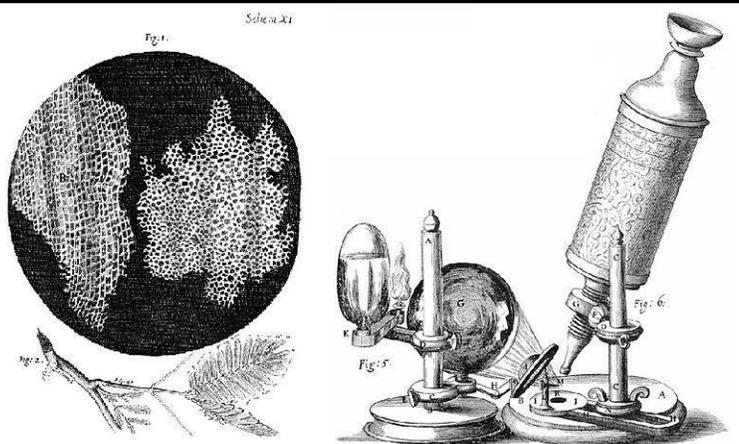
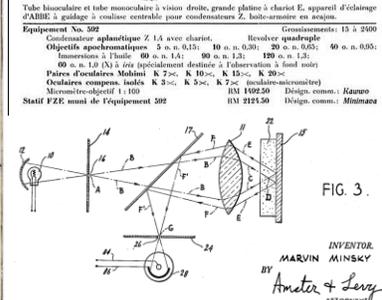
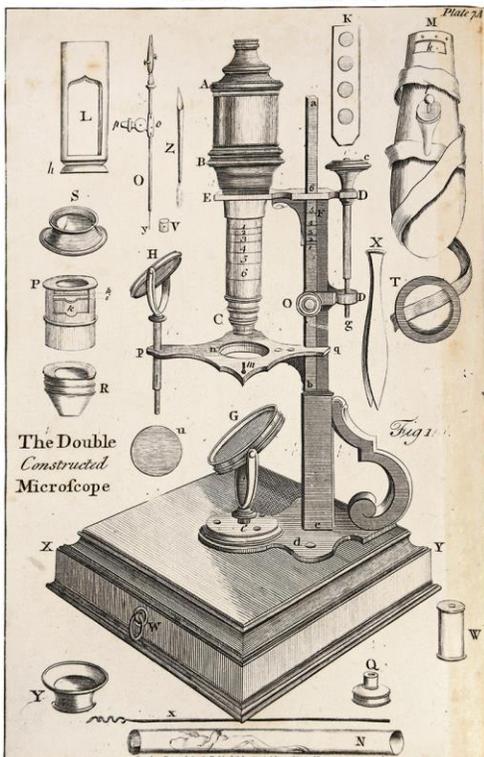
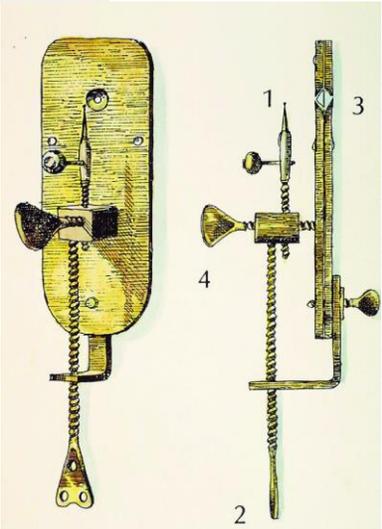


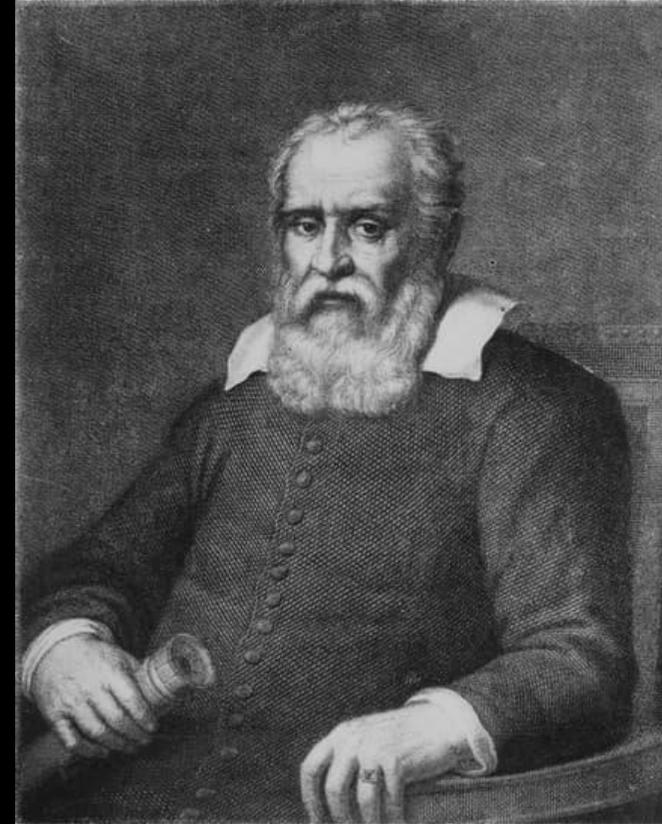
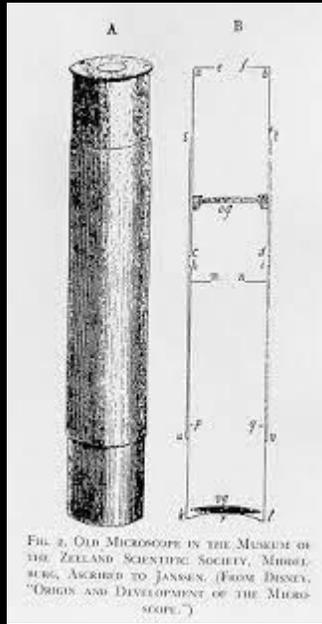
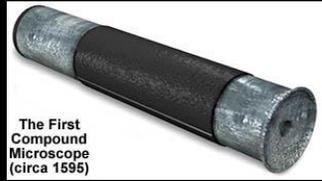
FIG. 2. Old Microscope in the Museum of the Zeland Scientific Society, Middelburg, Acquired to JANSSEN. (FROM DISNEY, "ORIGIN AND DEVELOPMENT OF THE MICROSCOPE.")



21^e siècle



16^e-17^e siècles : Les premiers microscopes « composés » et la première polémique !

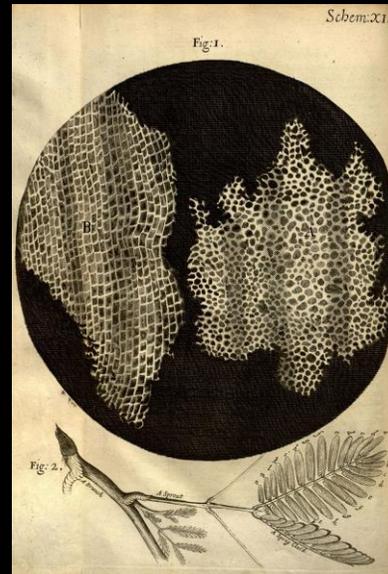
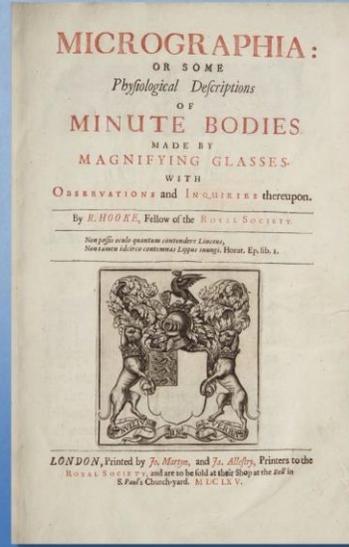


Les lunetiers **Hans et Zacharias Jansen** auraient élaboré en 1595 le premier microscope en combinant deux lentilles de verre (l'une servant d'objectif grossissant, l'autre d'oculaire).



Mais en 1609, **Galilée**, résidant dans la capitale du verre, Venise, réalisa la lunette à objectif convergent et oculaire divergent, à laquelle son nom est resté attaché. Il aurait par la suite construit son premier microscope.

Les premières observations : Robert Hooke et la « première cellule » !

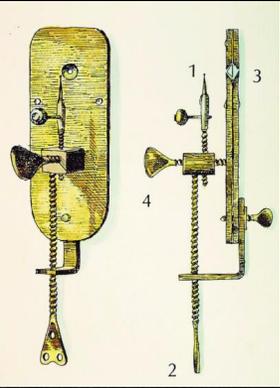


Robert Hooke (1635-1703) apporte plusieurs améliorations techniques au microscope.

En 1665, il fait la première description d'une « cellule » biologique à partir de l'observation de végétaux.

Il publiera ses nombreuses observations en 1667 dans l'ouvrage *Micrographia* qui le rendra célèbre.

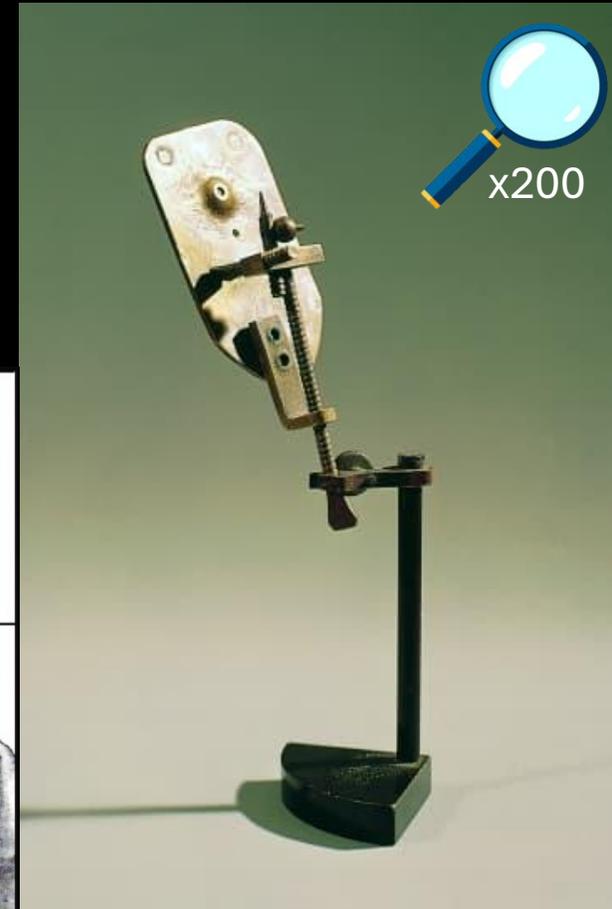
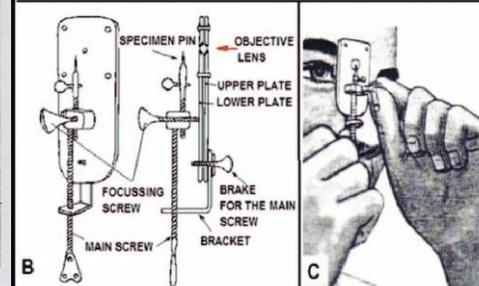
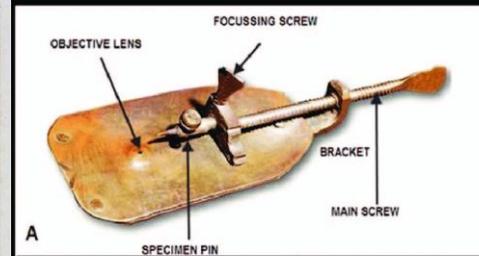
Les premières observations : Van Leeuwenhoek, de drapier à biologiste !



Van Leeuwenhoek, drapier néerlandais, confectionna des lentilles de grande qualité pour examiner les fibres textiles de ses tissus.

Il fabriqua ainsi des microscopes plus puissants et fit de nombreuses observations : globules rouges (1674) protozoaires (« animalcules » 1675), spermatozoïdes (1677).

Il devient membre de la Société Royale de Londres en 1680 !



18^e siècle : le microscope rentre dans la noblesse



1750, crédit Château de Versailles



1751, crédit CNAM Paris

19^e siècle : Carl Zeiss et la microscopie des temps modernes

En 1866, **Carl Zeiss** recrute **Ernst Abbe** puis **August Köhler** et **Otto Schott** en leur demandant d'améliorer et de rendre plus reproductible la construction des verres.

A 4, ils vont révolutionner la microscopie en produisant des lentilles corrigeant de nombreuses aberrations et en améliorant l'illumination de l'instrument.



Otto Schott (1851-1935)



August Köhler (1866-1948)



Ernst Abbe (1840-1905)



$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$$

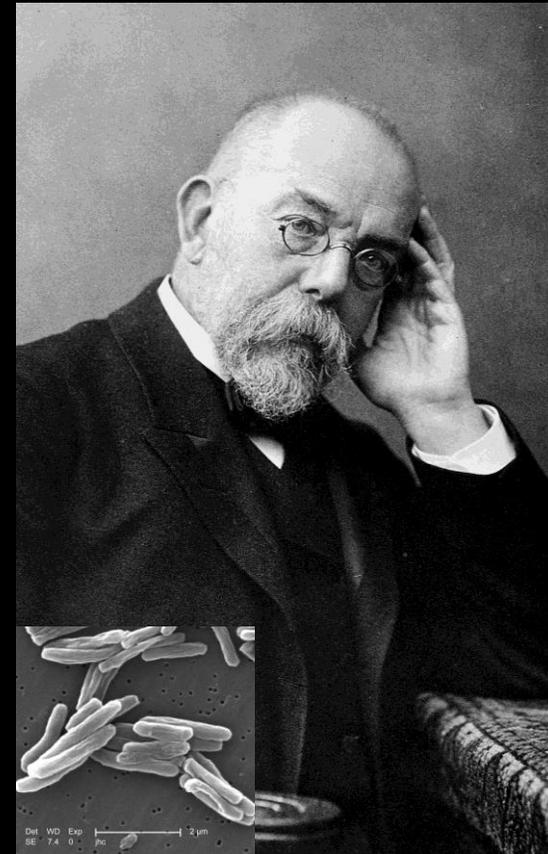
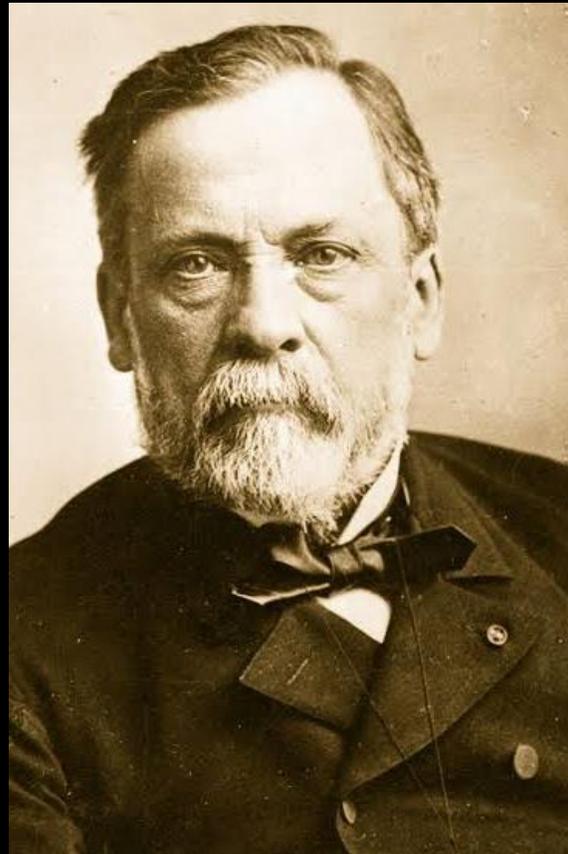


X1250 / 250 nm



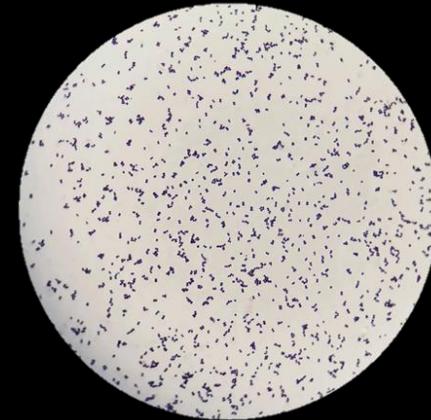
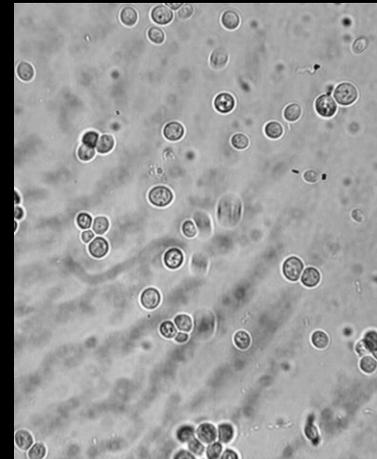
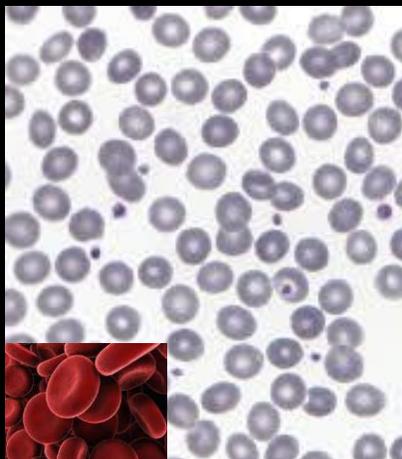
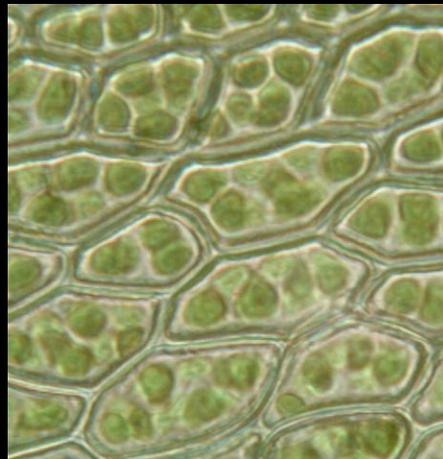
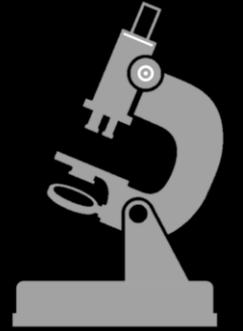
19^e siècle : le microscope devient un instrument important pour les biologistes

Louis Pasteur prouva que des « animalcules » étaient la cause de maladies, et les premières bactéries pathogènes furent découvertes sous le microscope : le bacille de la tuberculose par l'Allemand **Robert Koch** (1882) ou celui de la peste par le « pasteurien » **Alexandre Yersin** (1894).



Enfin, en quelques siècles...

La microscopie optique a ainsi permis de découvrir les protozoaires des eaux marécageuses (>100 microns), les spermatozoïdes et les cellules végétales, les cellules du sang, les levures et les bactéries (2 microns).



100 μm

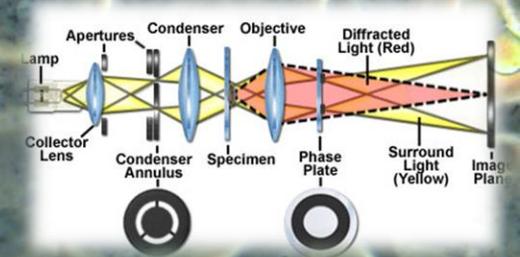
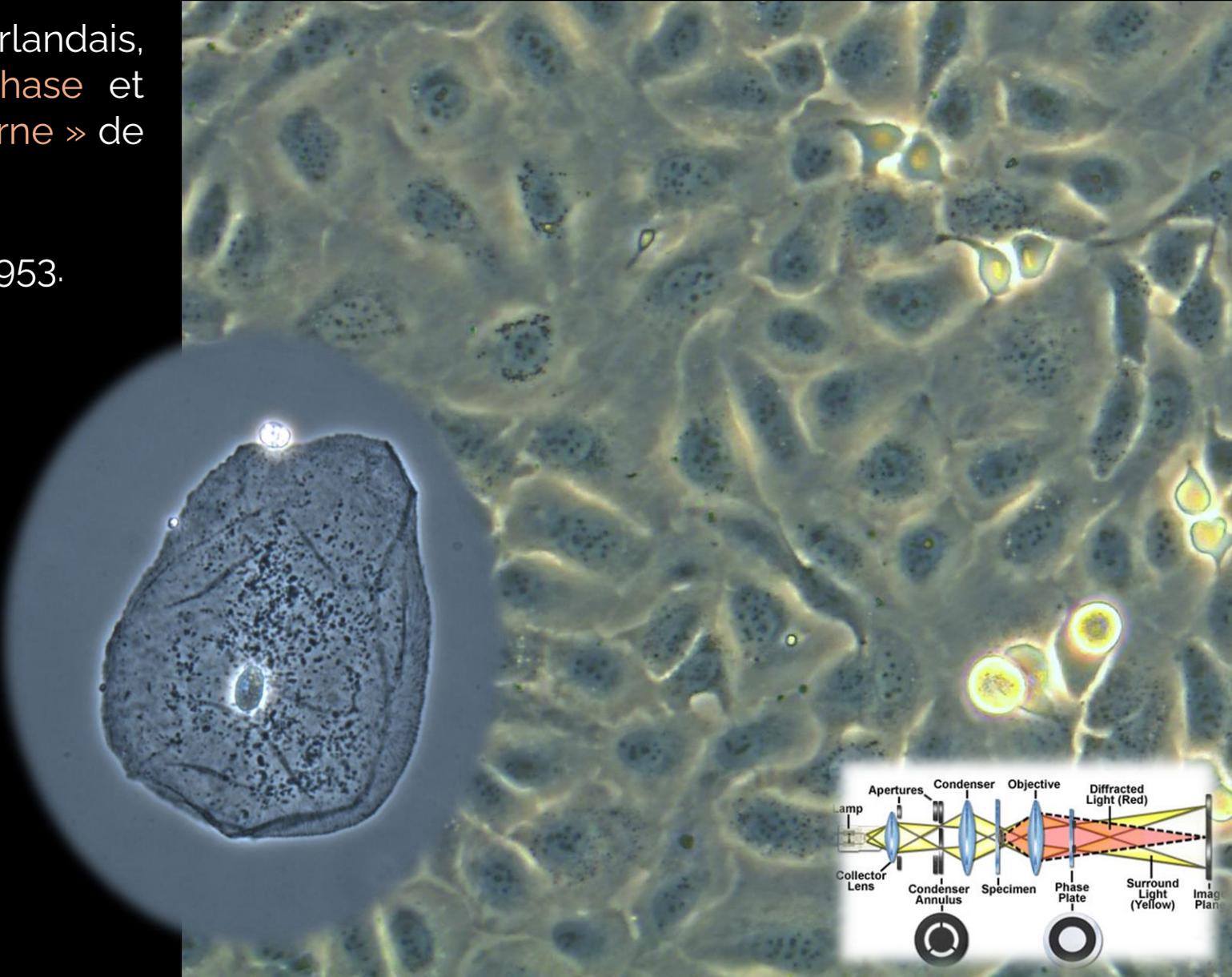
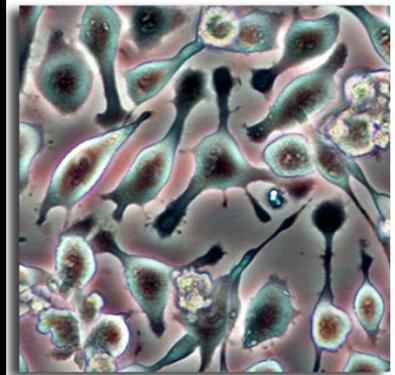
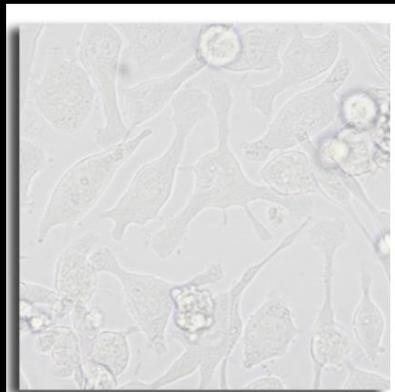
2 μm

Mais... tout cela manquait cruellement de détails !

Le 20^e siècle : les années 50, une somme de détails !

Frederik Zernike (1888-1966), physicien néerlandais, invente le **microscope à contraste de phase** et permet la visualisation de la « **structure interne** » de la cellule sans coloration.

Il est lauréat du **prix Nobel de physique** en 1953.



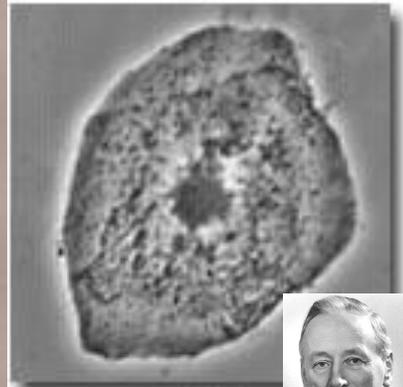
Le 20^e siècle : les années 50, une somme de détails !

Georges Nomarski (1919-1997) physicien franco-polonais invente le microscope à contraste interférentiel aux débuts des années 1950.

Ses travaux lui vaudront de nombreuses récompenses.



(a)

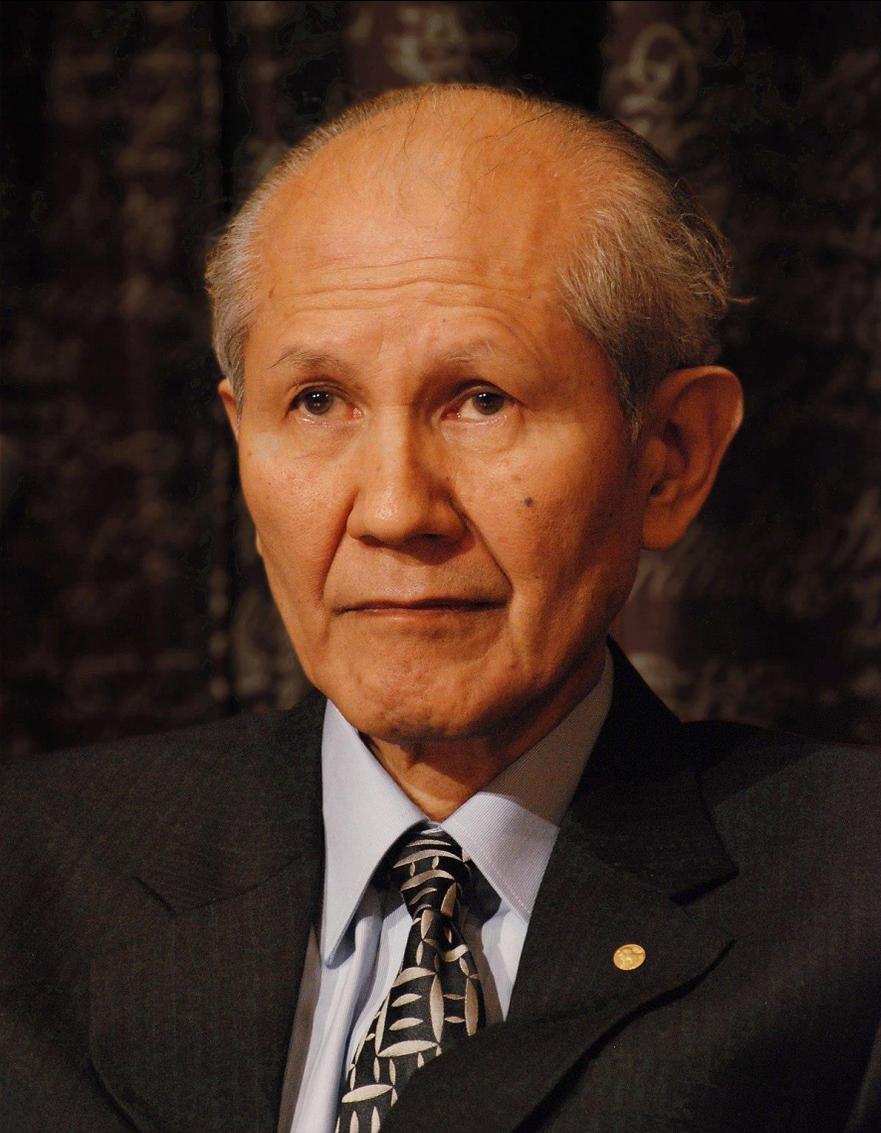


(b)



Figure 1

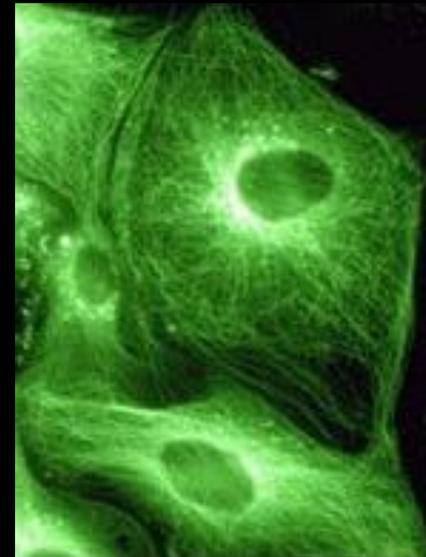
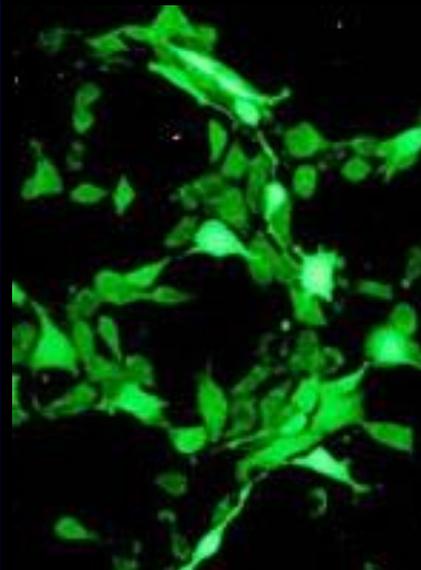
Le 20^e siècle : l'ère de la fluorescence !



Osamu Shimomura (1928-2017) , chimiste et biologiste marin japonais, est le premier à avoir isolé la « **Green Fluorescent Protein** » (GFP) chez la méduse *Aequorea victoria*.

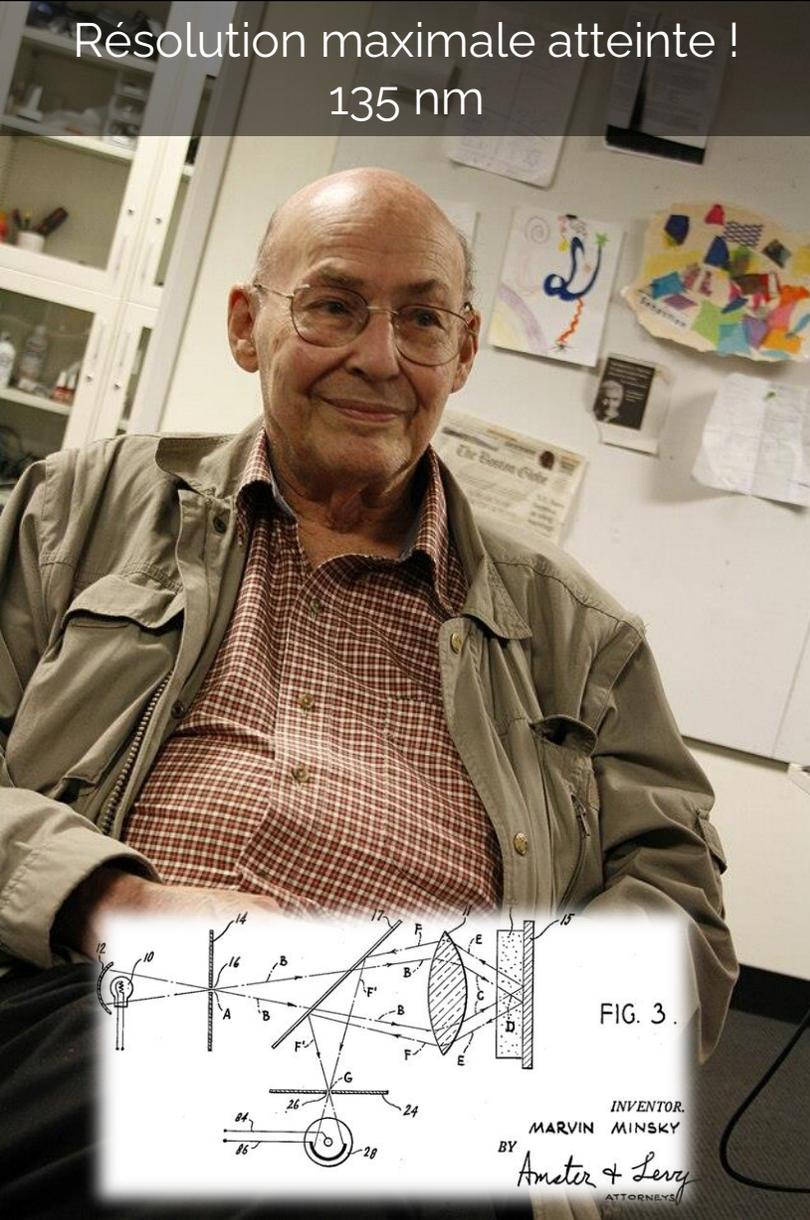
Cette protéine possède la propriété d'émettre de la fluorescence verte sous excitation par les ultraviolets. Elle peut être associée à d'autres protéines, comme marqueur, et ainsi permettre de suivre leur localisation dans une cellule ou un organisme.

Il recevra le **prix Nobel de chimie en 2008** avec Martin Chalfie et Roger Tsien.



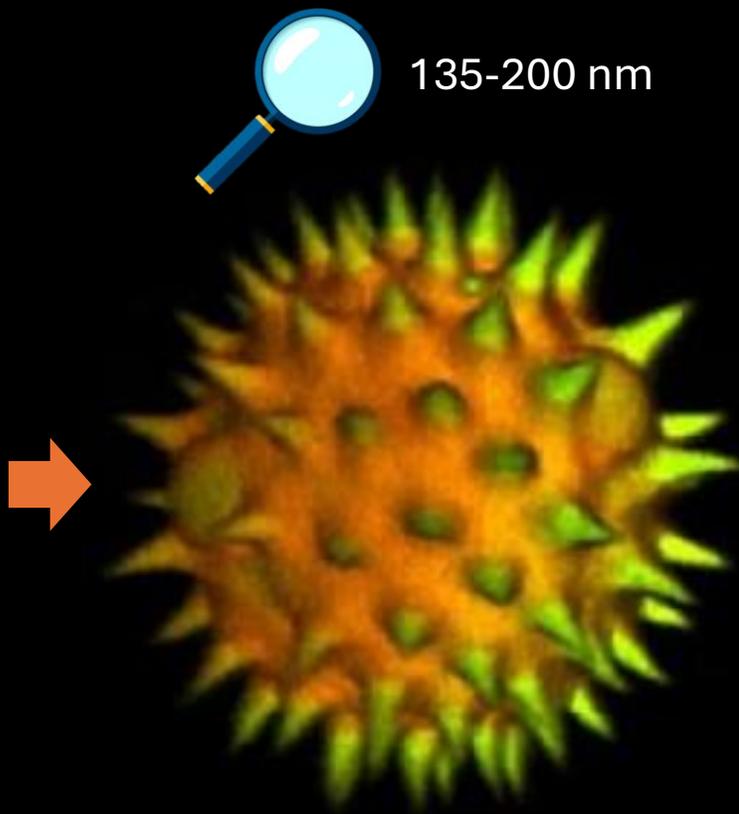
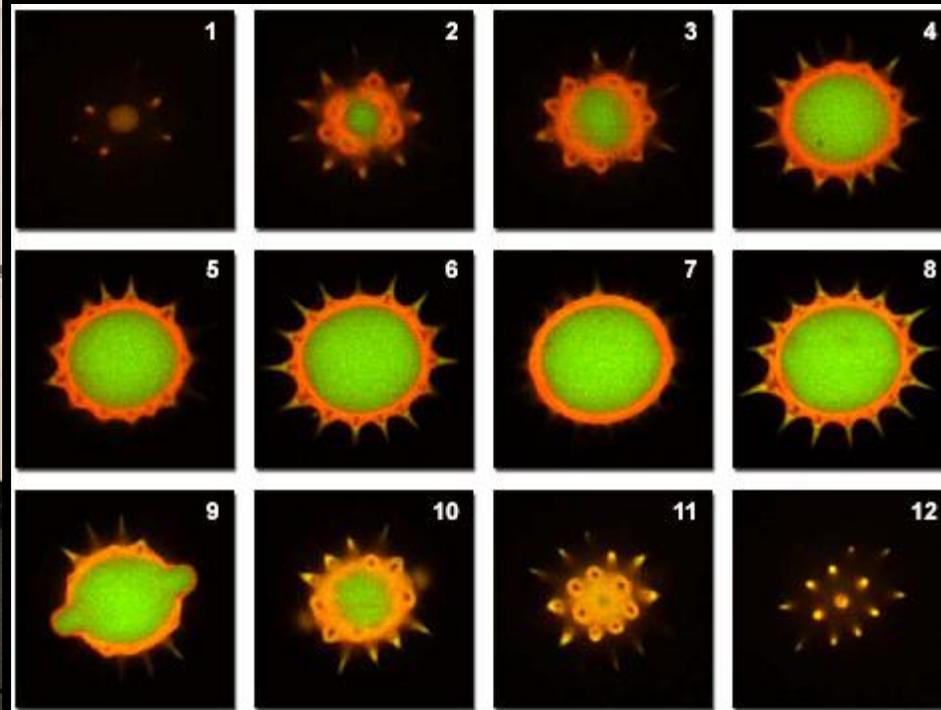
Le 20^e siècle : l'ère de la fluorescence et de la « 3D » !

Résolution maximale atteinte !
135 nm



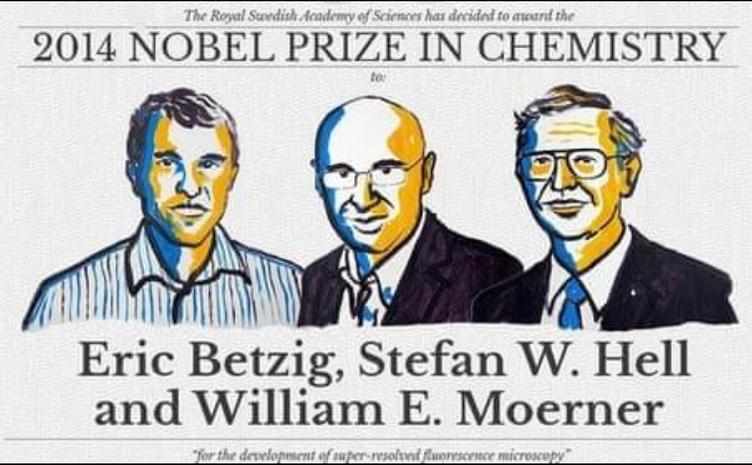
Marvin Minsky (1927-2016) chercheur au MIT (Boston, USA) invente la microscopie confocale dès 1953 permettant la réalisation de coupes optiques avec un grand gain en résolution.

La microscopie confocale couplée à la fluorescence révolutionnera la biologie dès 1980 pour devenir le « gold standard » de tout laboratoire étudiant le vivant.



135-200 nm

Le 21^e siècle : l'ère de la super résolution !



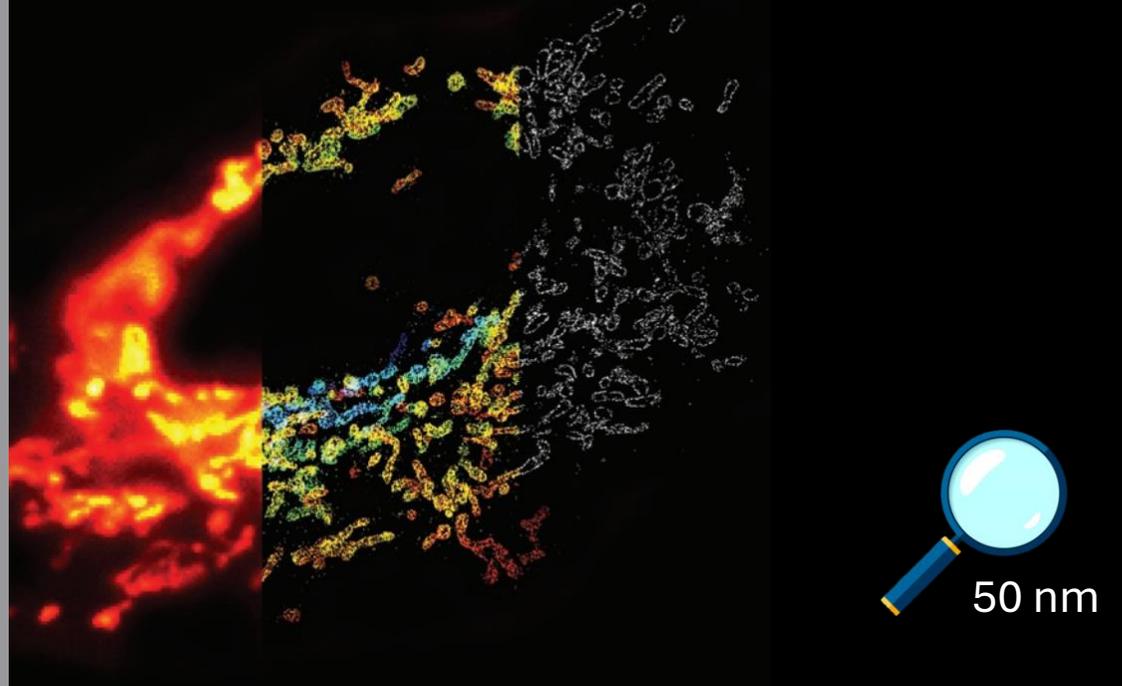
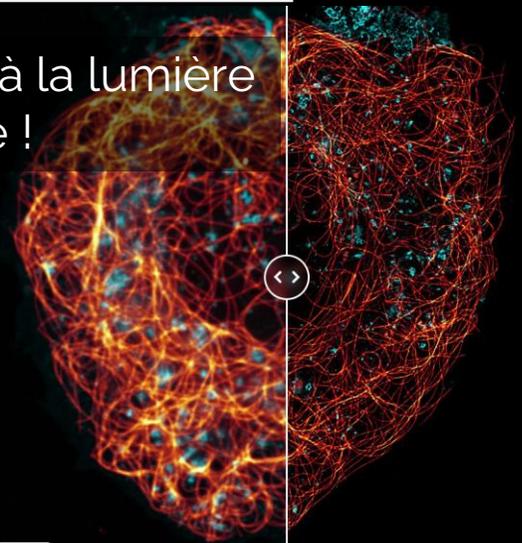
nature methods

Super-resolution microscopy: breaking the limits

[Kelly Rae Chi](#)
Nature Methods 6, 15–18 (2009) | [Cite this article](#)
6237 Accesses | 52 Citations | 21 Altmetric | [Metrics](#)

After a long period of measured development and a recent surge of technical advances driven by physicists, super-resolution fluorescence microscopy emerged in 2008 as a powerful tool for biologists. Kelly Rae Chi reports.

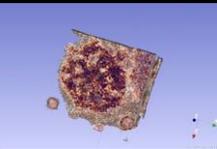
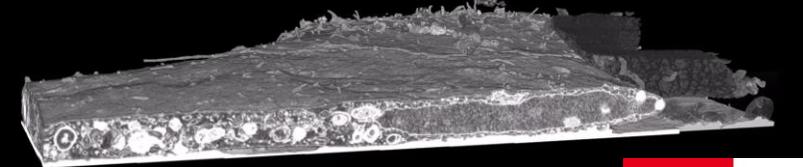
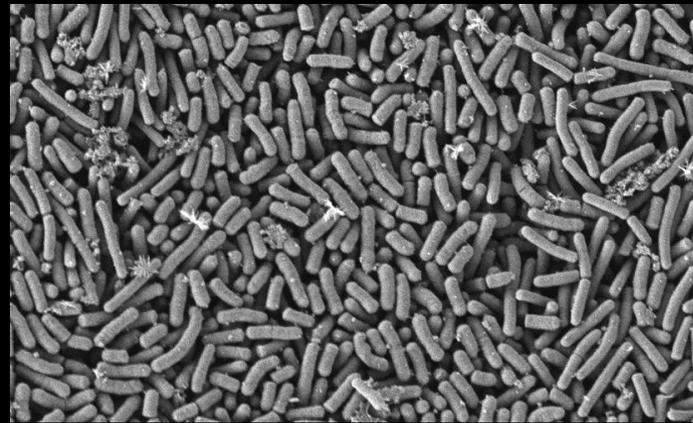
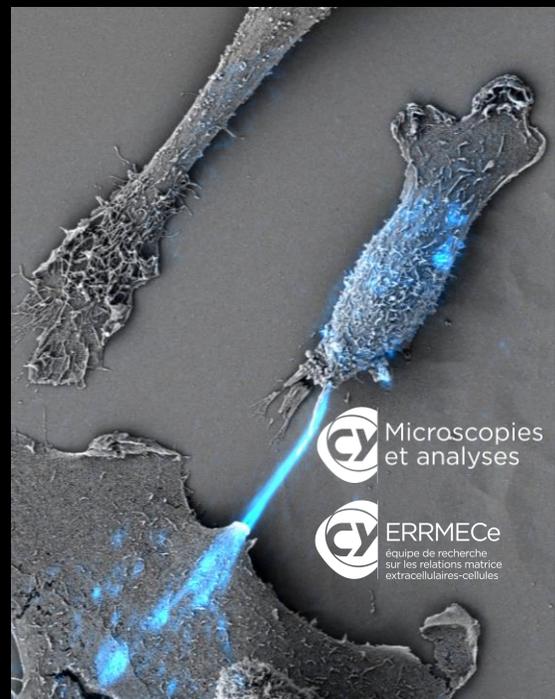
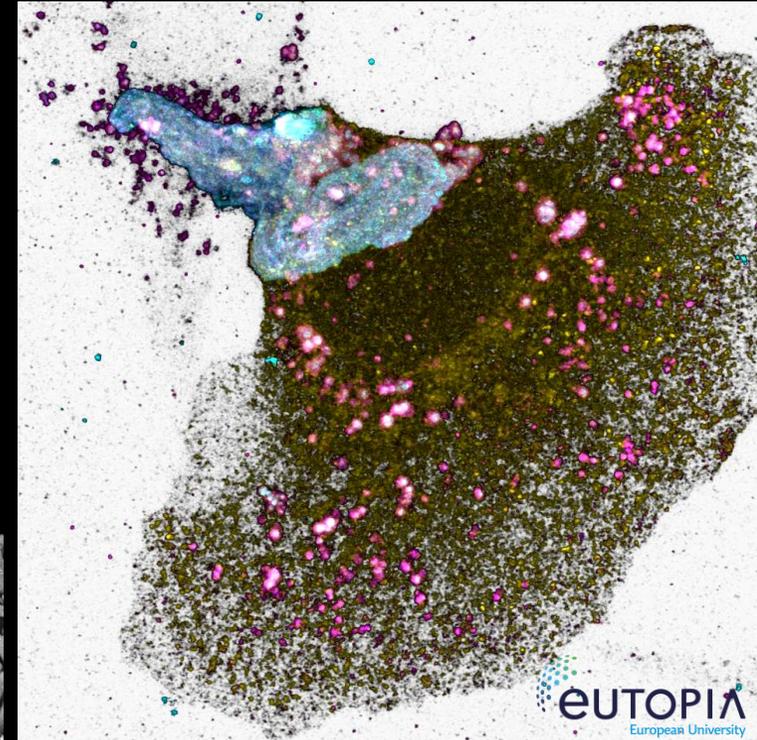
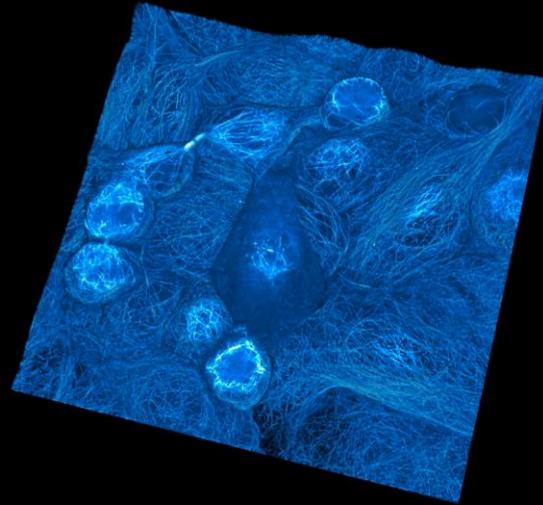
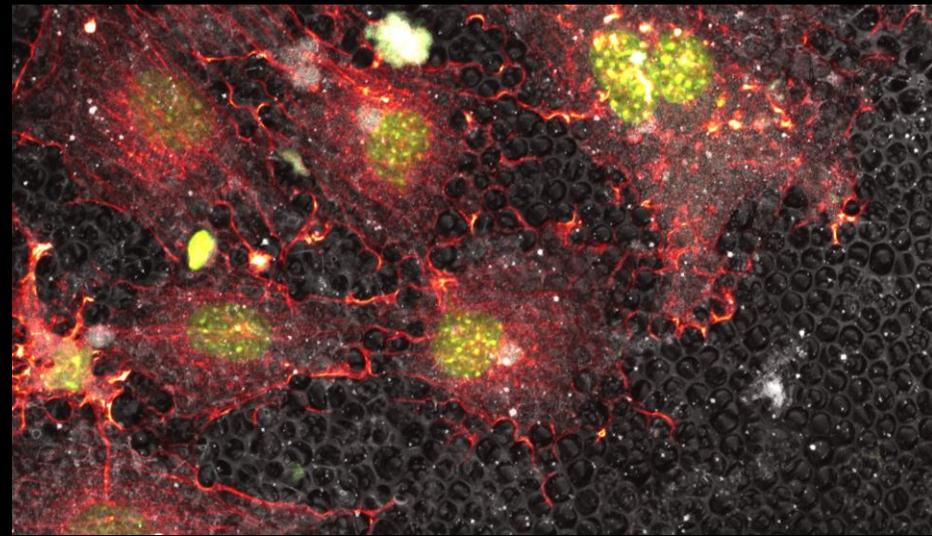
La limite physique liée à la lumière est dépassée !



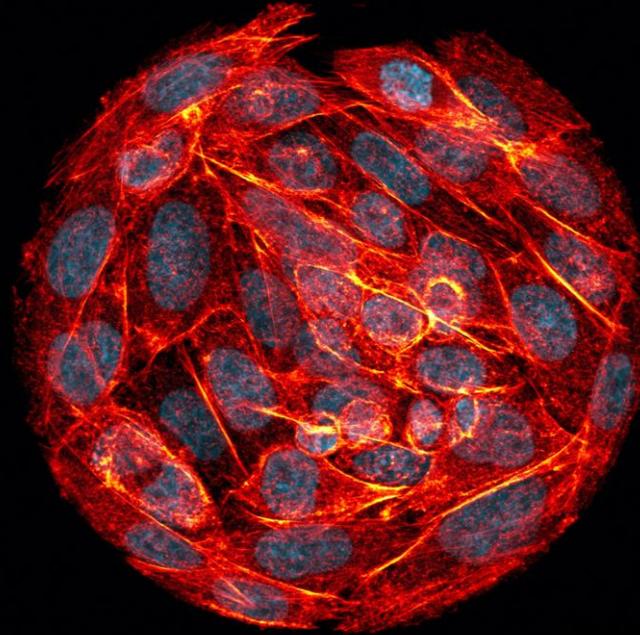
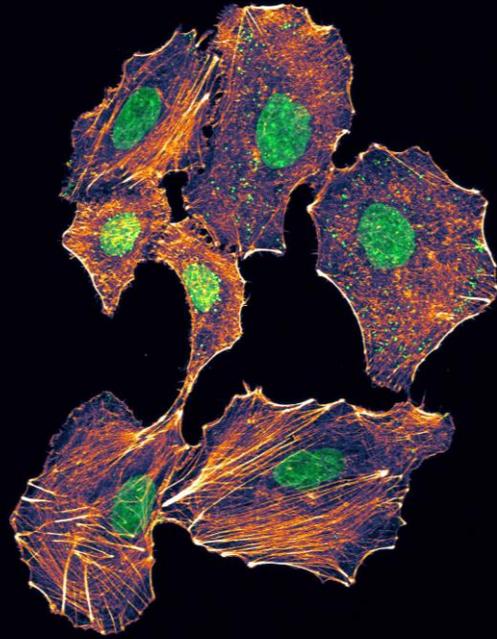
Biologie & Imagerie à Cergy Paris Université



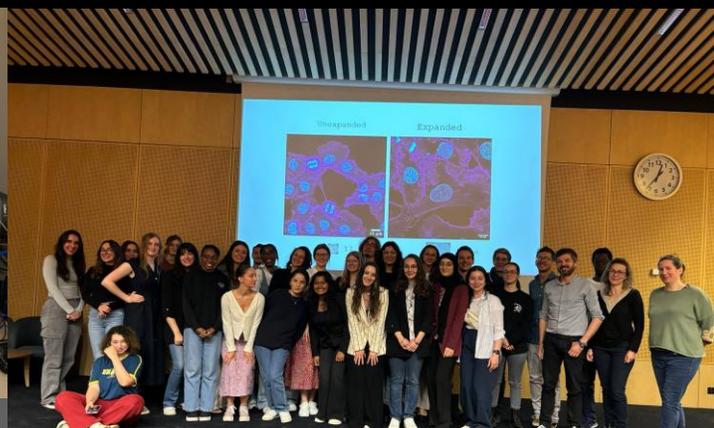
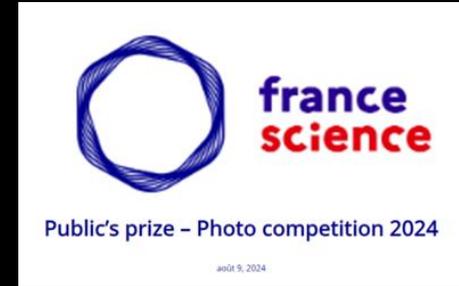
Imagerie à Cergy Paris Université : Développements et Innovations



Imagerie à Cergy Paris Université : De la recherche à l'enseignement !



20 µm



#SDP #Dép. Biologie #Eriméce

Musée Virtuel

2024 - @CYU





ERRMECe
équipe de recherche
sur les relations matrice
extracellulaires-cellules

Merci !

