



Optique Instrumentale

Sébastien de Rossi

Mise à jour (après chaque séance) du 12 septembre 2025

- 21h de cours septembre-décembre
- 1 séance introductive 2h 
- 11 Travaux Dirigés d'1h30

Equipe pédagogique

- | | |
|----------------------|----------------------|
| • Sébastien de Rossi | enseignant-chercheur |
| • Guillaume Dupuis | enseignant-chercheur |
| • Alice Fontbonne | chercheuse ONERA |
| • Gonzague Bonnin | doctorant |
| • Nicolas Guénaux | doctorant |

Soutien logistique du LEnsE

Thierry Avignon et Cédric Lejeune

Evaluation

- **1 partiel 3h sur table le 24 octobre**
- **1 examen 3h sur table le 16 janvier**

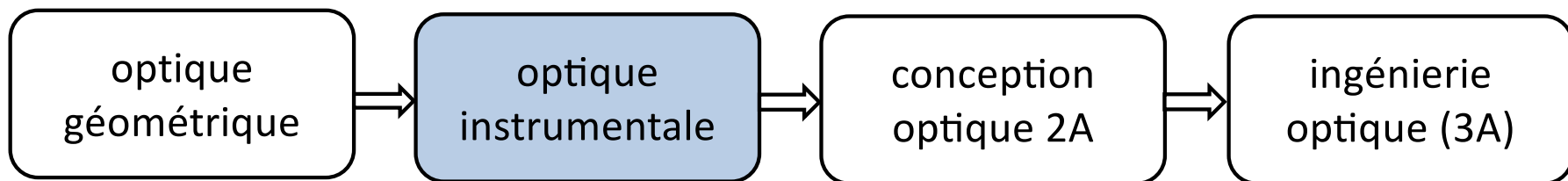
$$note\ finale = sup \left\{ examen ; \frac{examen + partiel}{2} \right\}$$

UE photonique 1 = Examen OI 70%
 + Examen Colorimétrie 10%
 + TP focométrie 20%

Objectifs pédagogiques

Ce cours permet de comprendre la **formation des images** dans les instruments d'optique en se limitant essentiellement au domaine de **l'optique paraxiale**. Il définit les limitations géométriques dans les instruments et fournit des éléments de **photométrie**.

Ce cours sert de prérequis fondamental pour la conception optique abordée en 2^{ème} année.



Documents pédagogiques

<https://lense.institutoptique.fr/optique-instrumentale-s5/>

notes de cours

planches de cours

sujets et corrigés des TDs

sujets examens passés

...



Matériel conseillé



De l'optique instrumentale historique à l'optique instrumentale moderne...



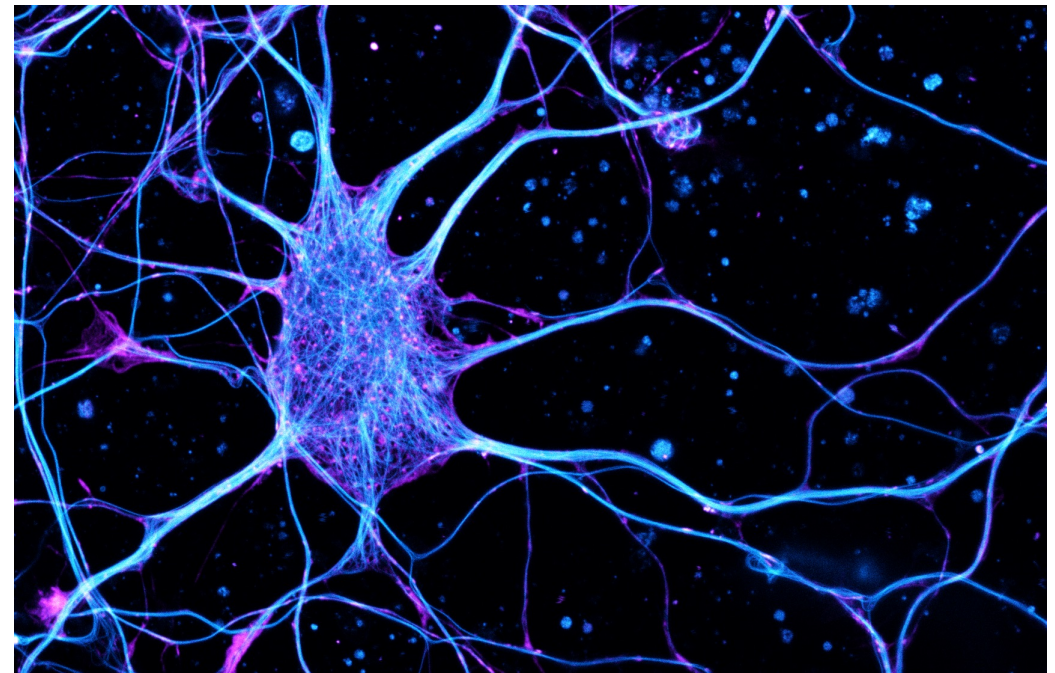
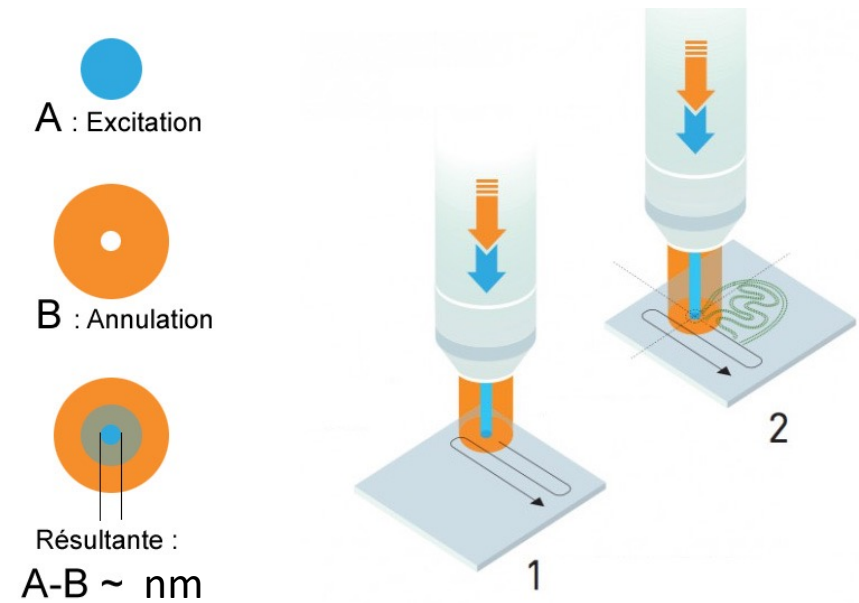
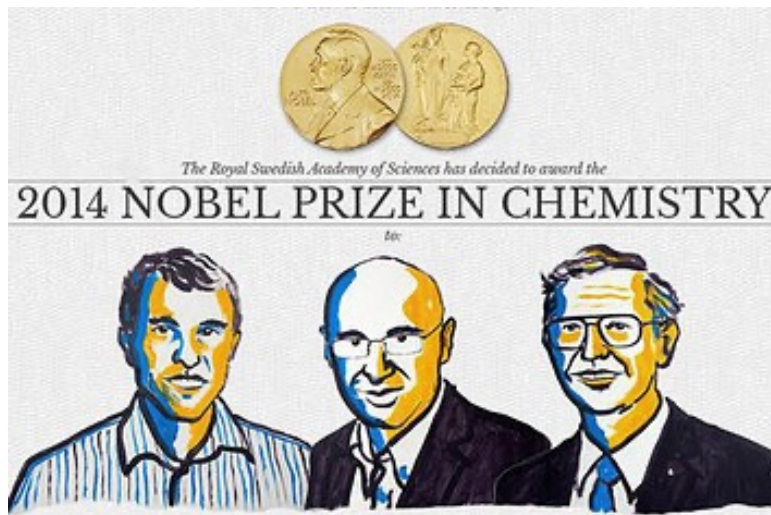
amélioration de la lunette dioptrique

Galilée, 1609

©Leemage

Voir le vivant à l'échelle nanométrique

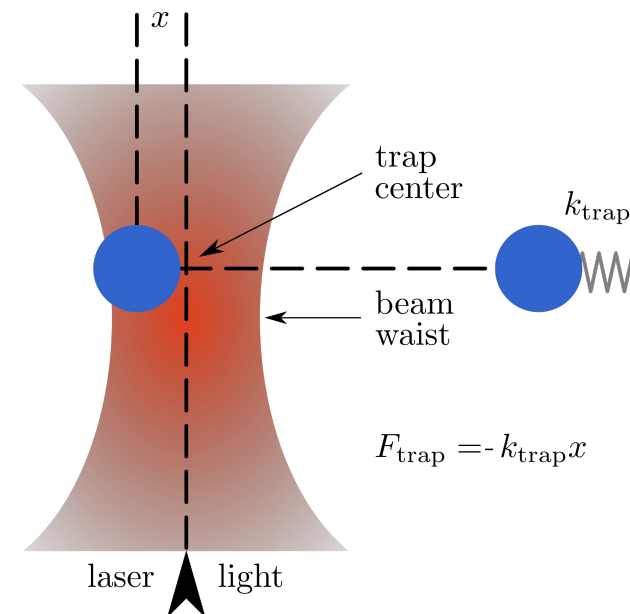
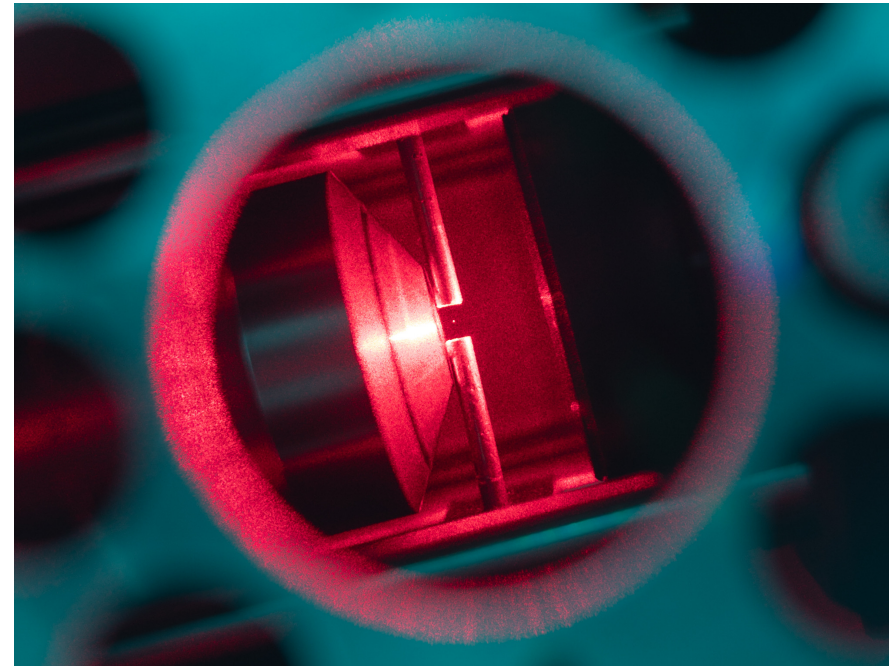
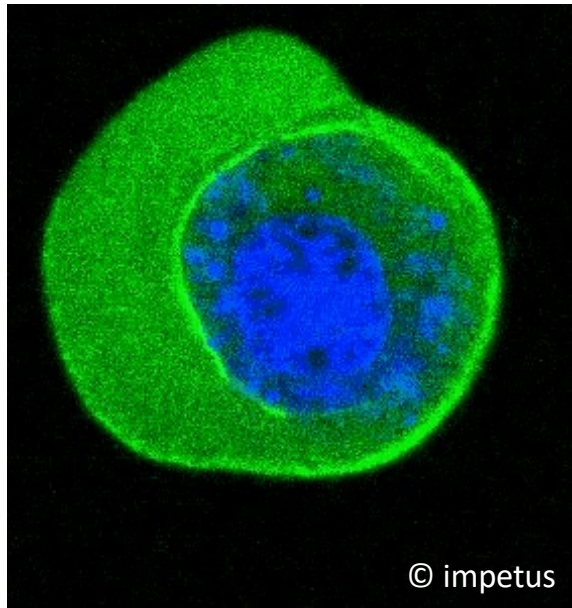
Techniques de microscopie à fluorescence

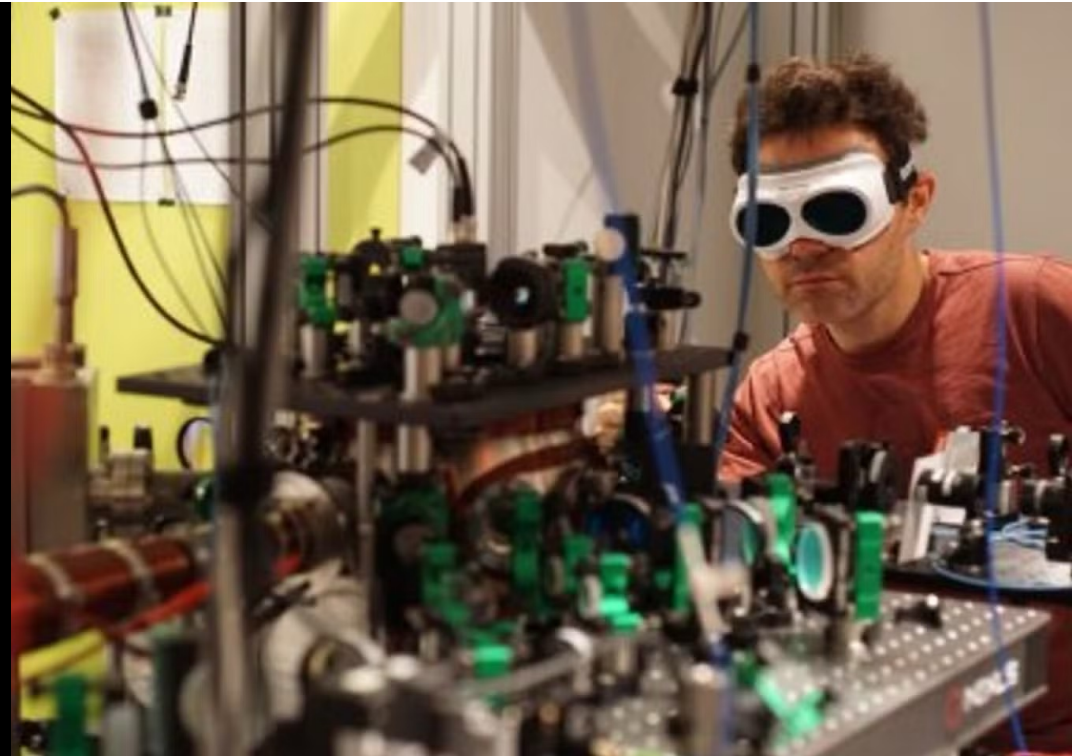
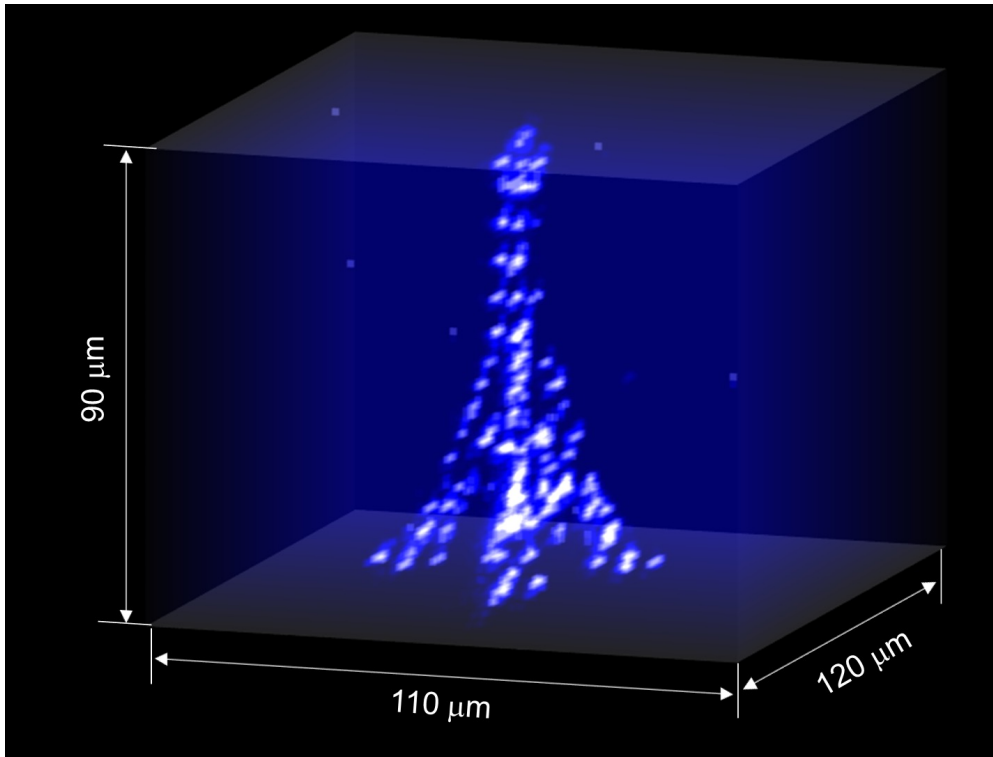


Pinces optiques

pour les sciences du vivant

© impetus





Pinces optiques pour les calculateurs quantiques

© IOGS/LCF groupe optique quantique

<https://atom-tweezers-io.org>



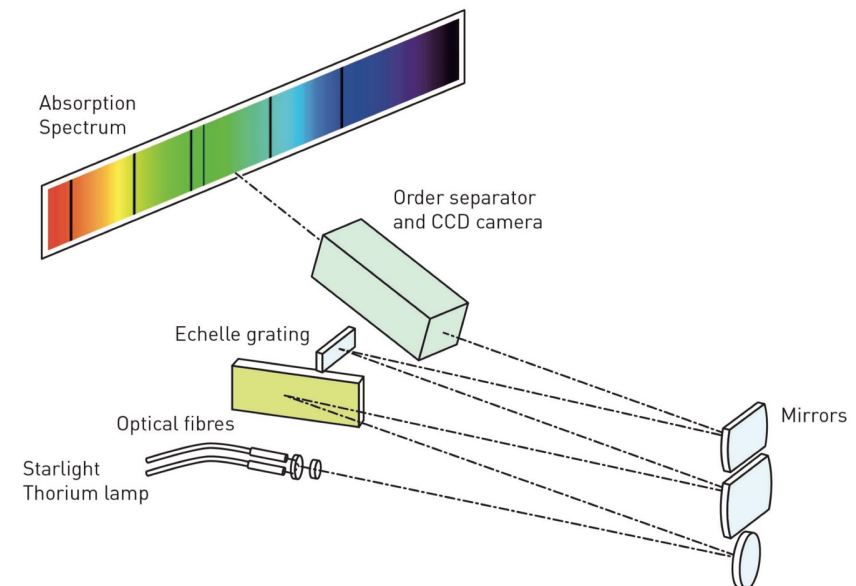
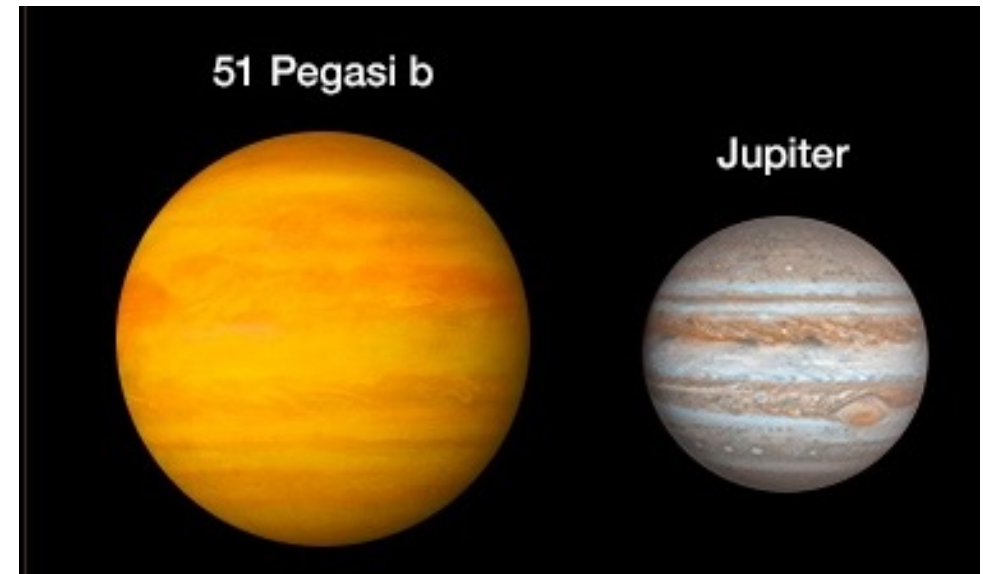
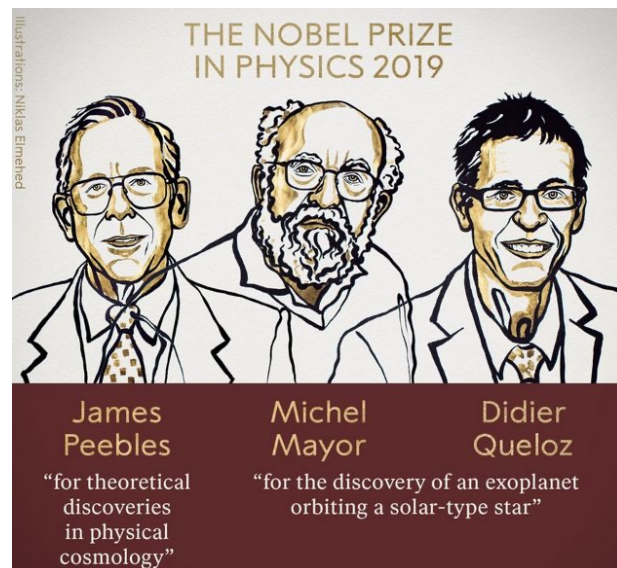
PASQAL start-up IOGS/LCF

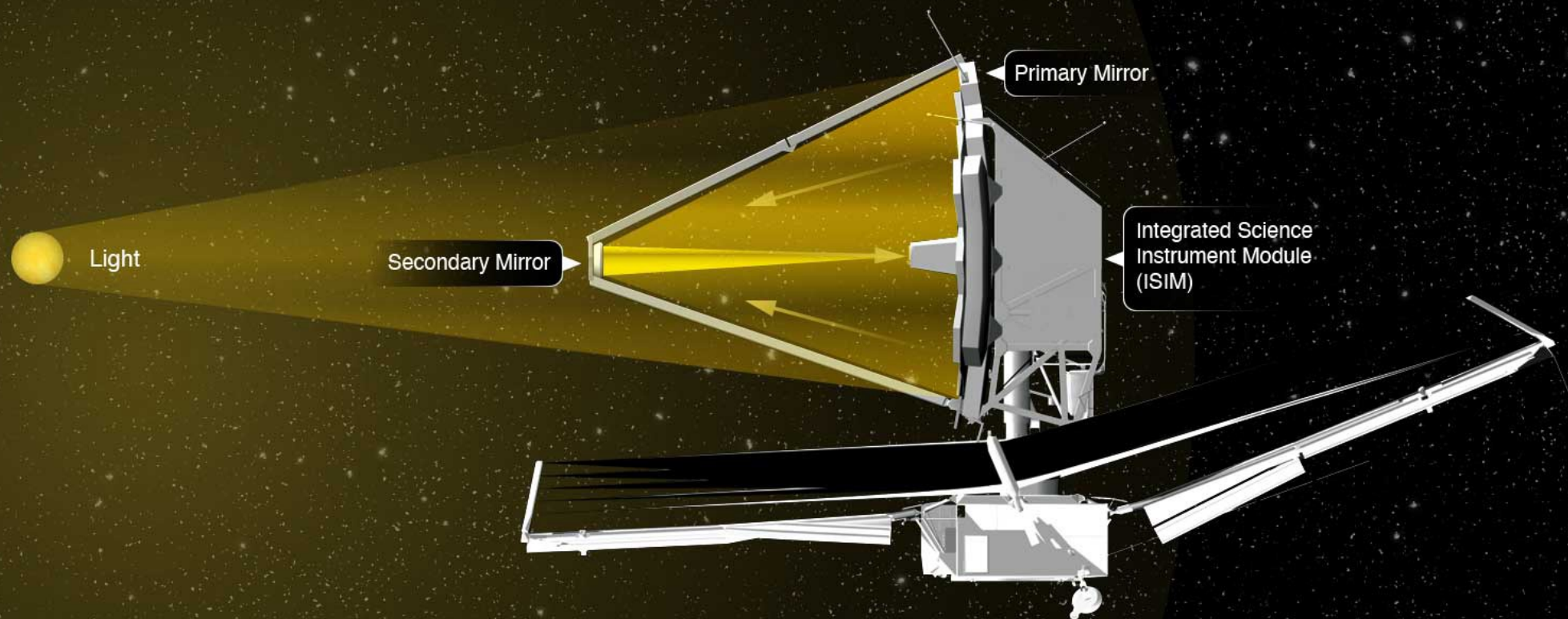
1^{ère} détection

d'une exoplanète (51 AL)

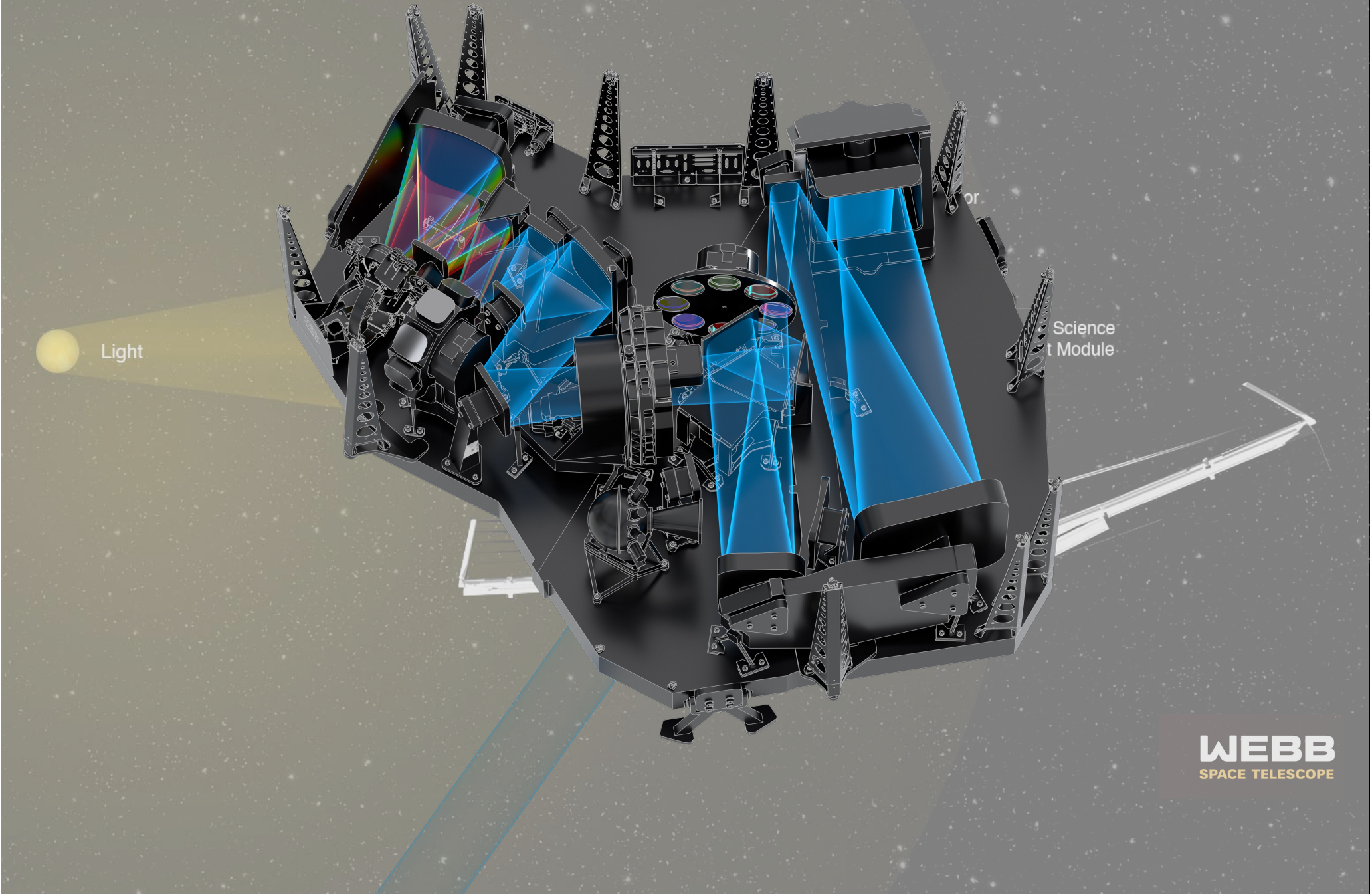
Observatoire de Haute Provence
1995

*spectroscopie des vitesses radiales
de l'étoile hôte
(effet Doppler)*

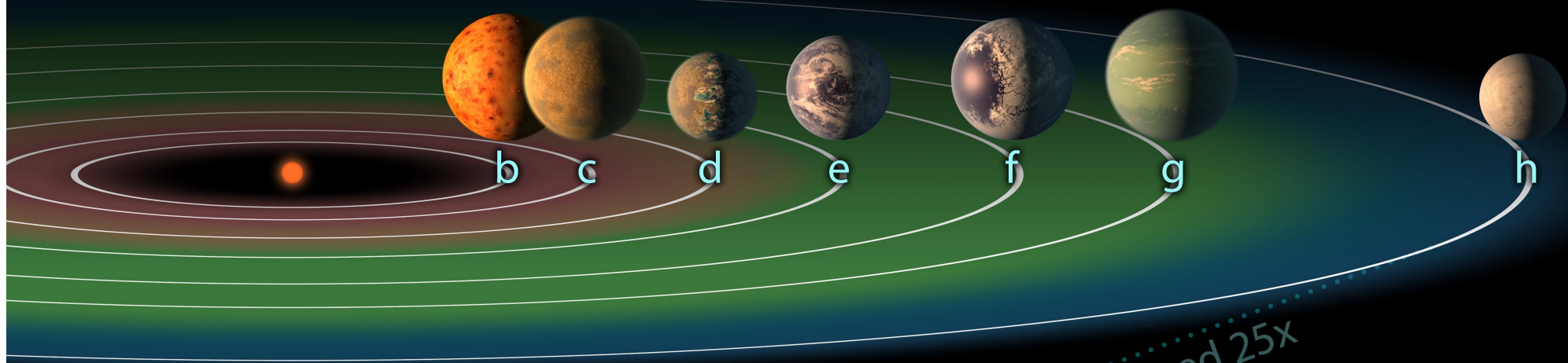




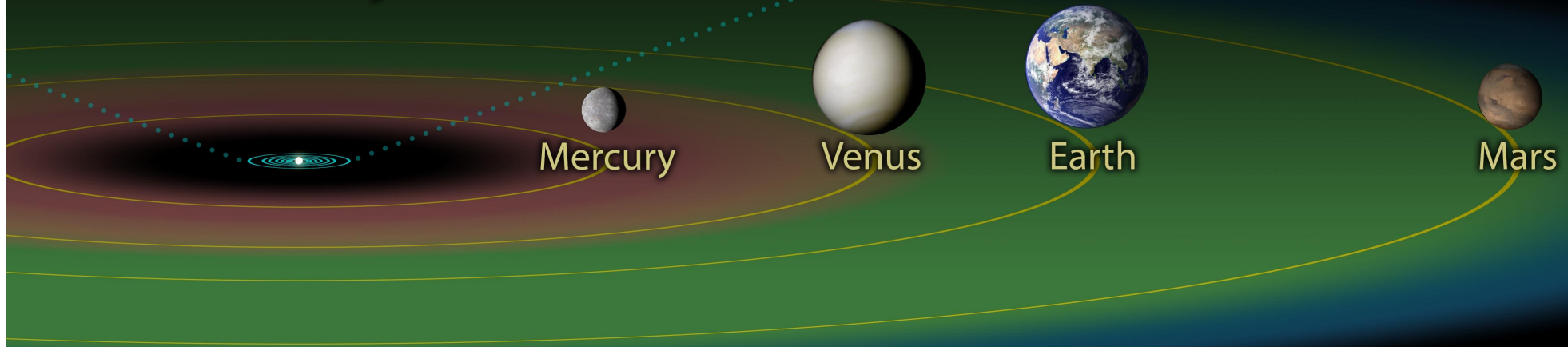
WEBB
SPACE TELESCOPE



TRAPPIST-1 System



Inner Solar System

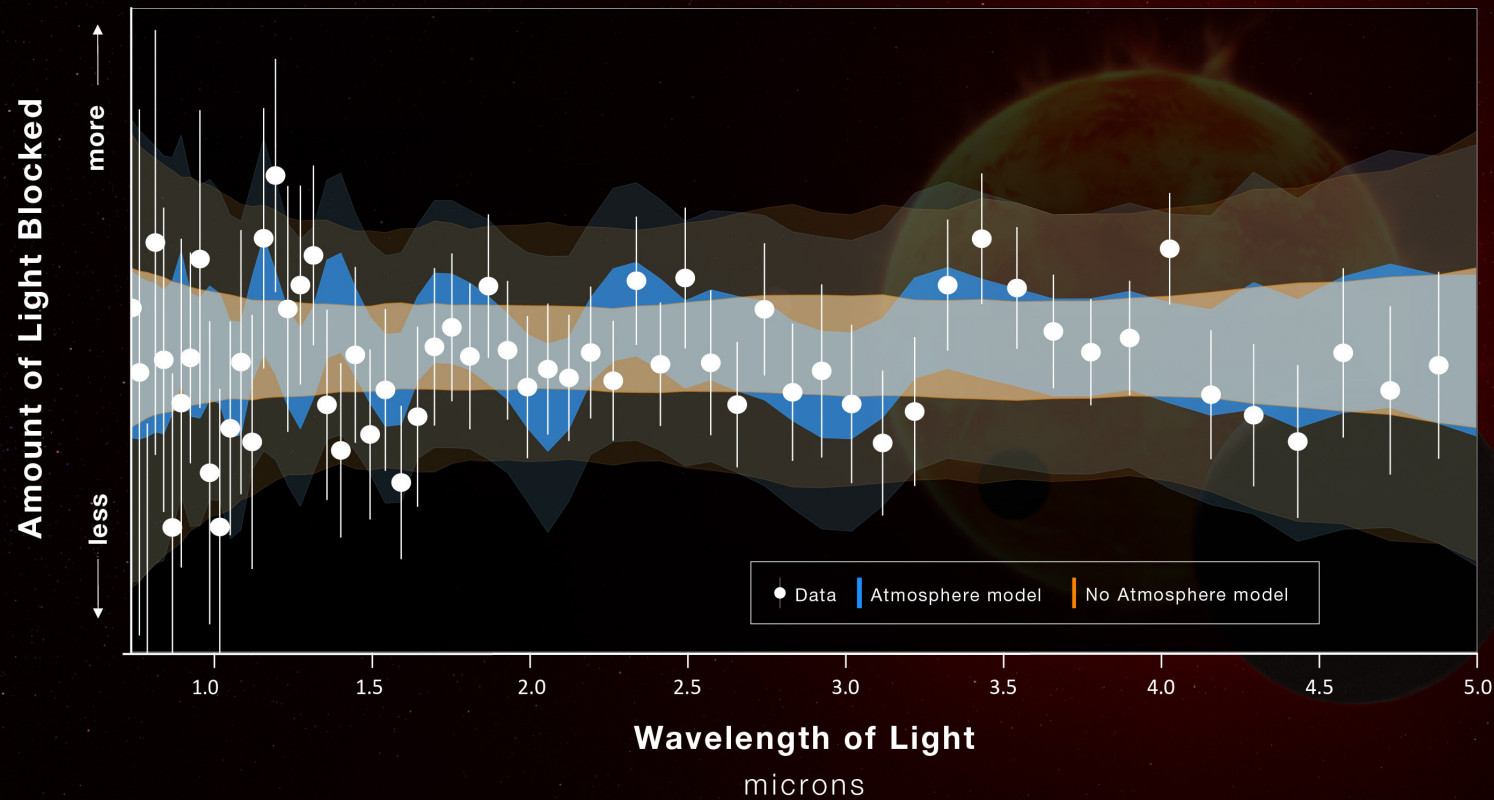


TRAPPIST-1 System

EXOPLANET TRAPPIST-1 e

TRANSMISSION SPECTRUM

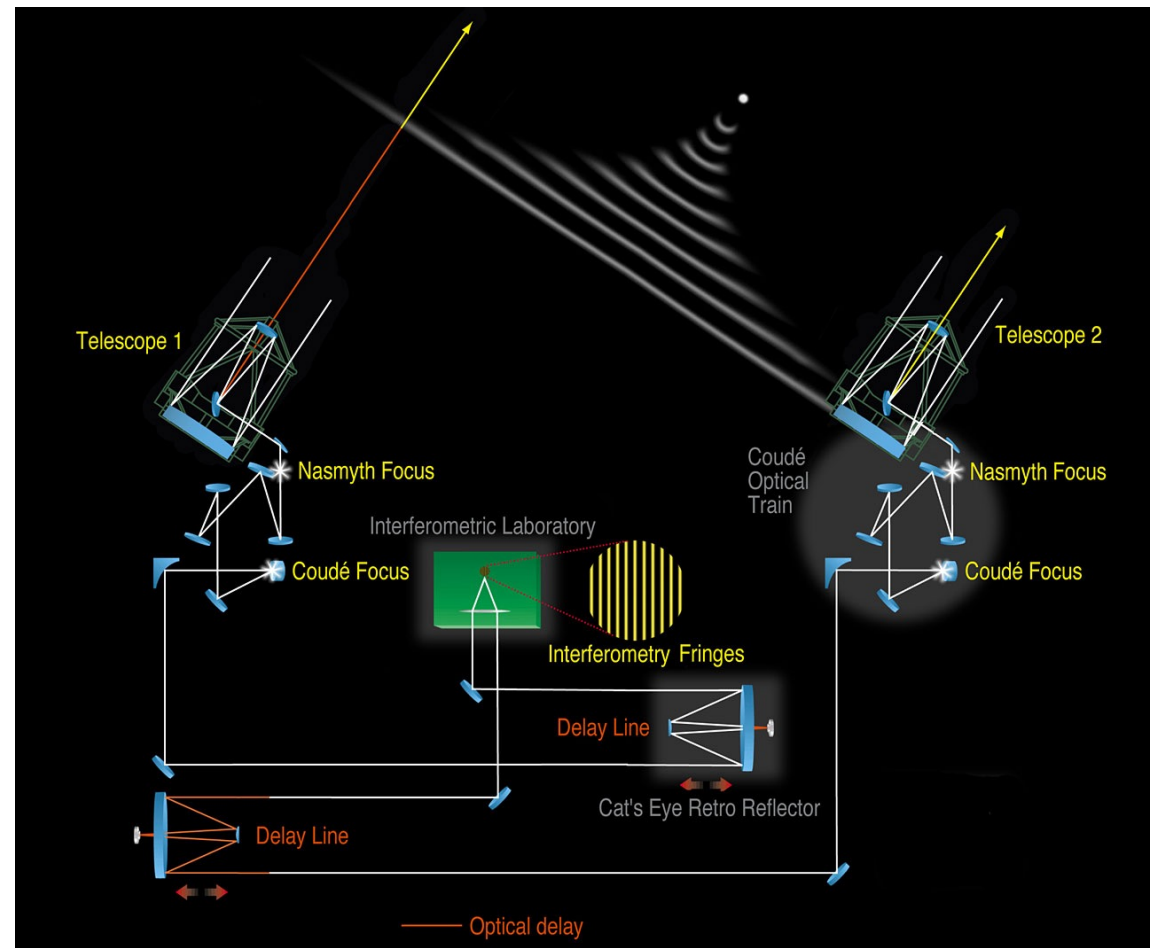
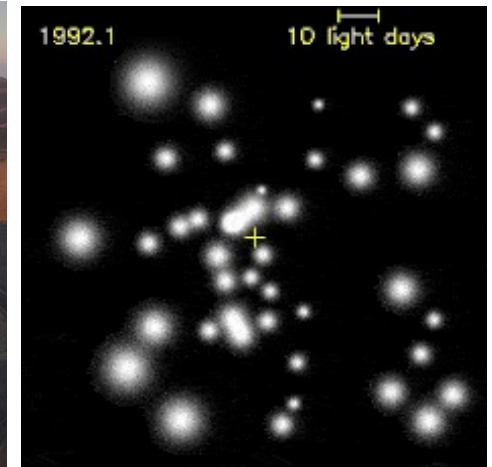
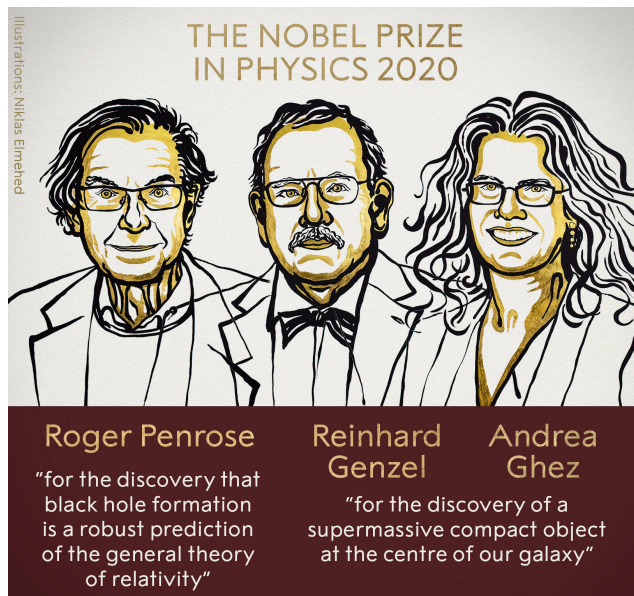
NIRSpec | PRISM Low-Resolution Spectroscopy

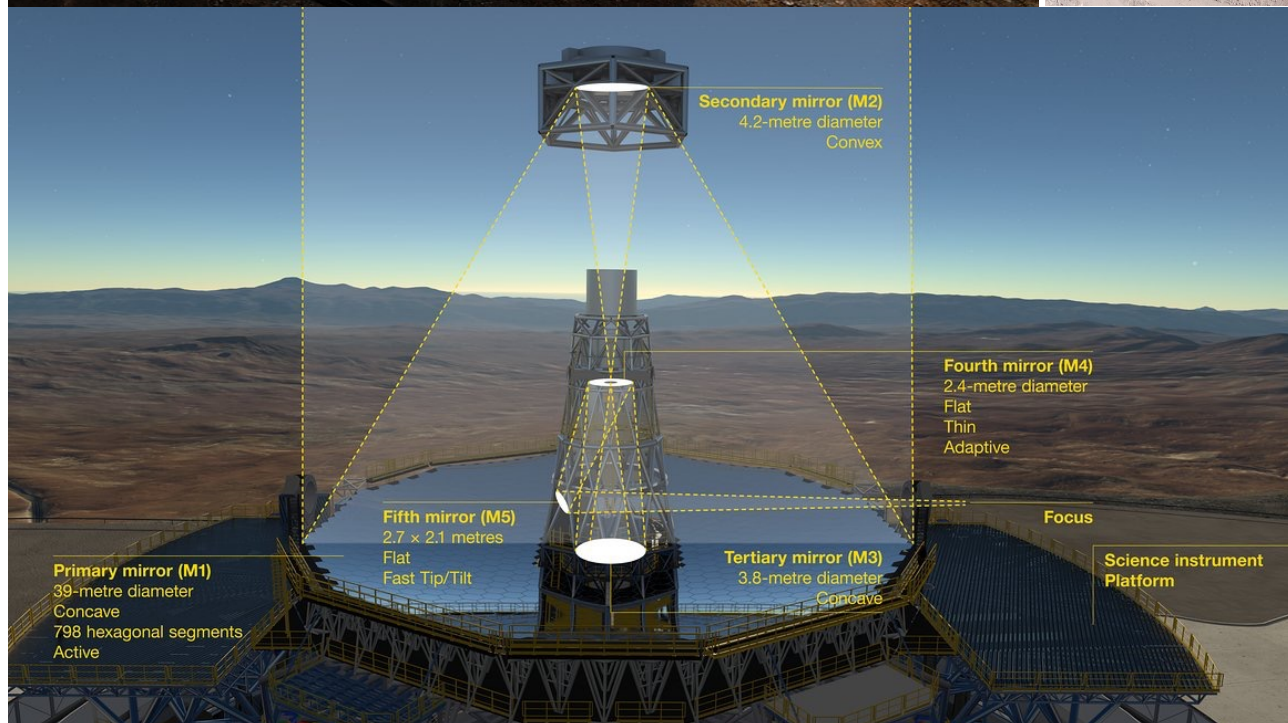


WEBB
SPACE TELESCOPE

détection directe du trou noir central de notre galaxie (26673 AL)

*Imagerie très haute résolution
par interférométrie
et optique adaptative*
Very Large Telescope





Extremely Large Telescope

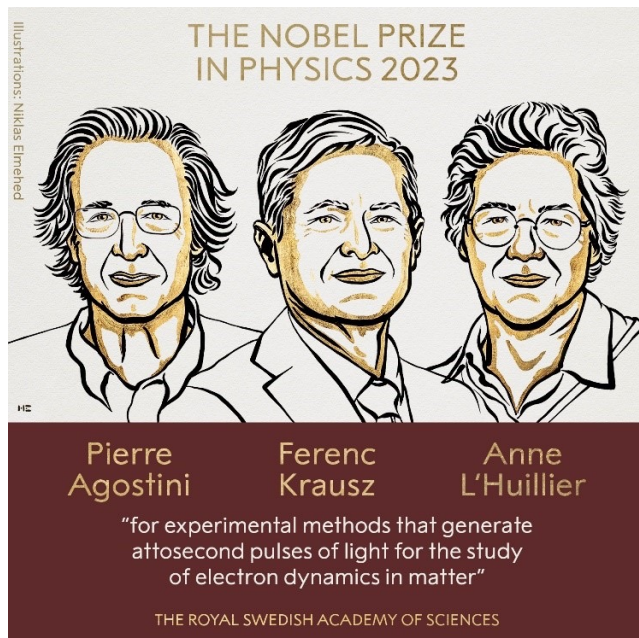
European Southern Observatory

1^{ère} lumière 2027

Impulsion optique extrême ultraviolet de durée attoseconde

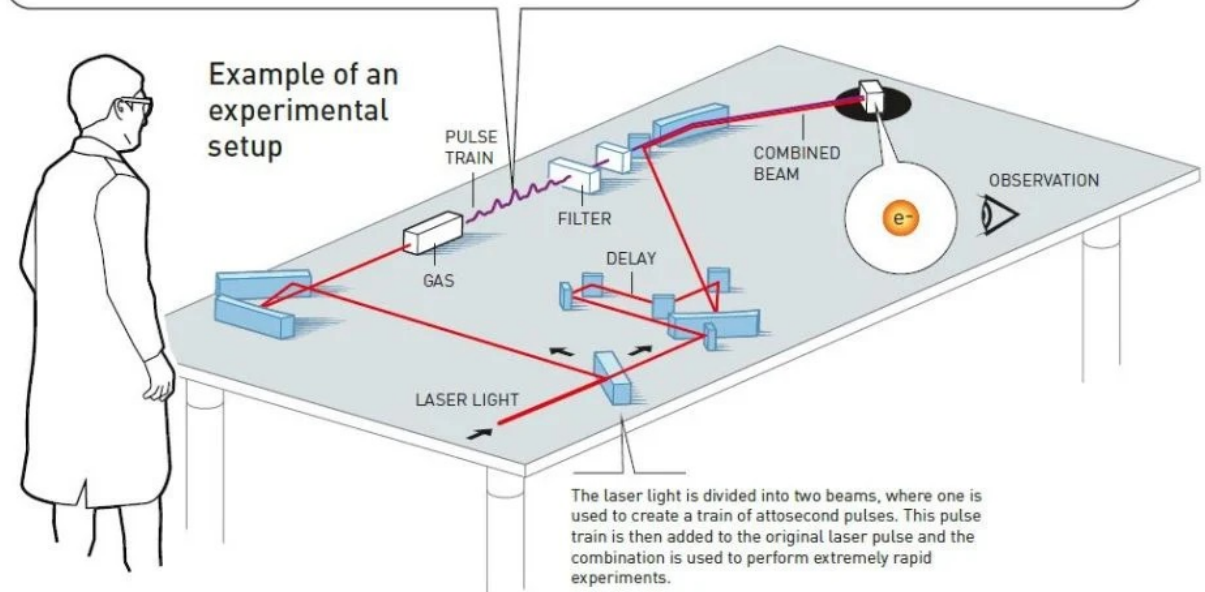
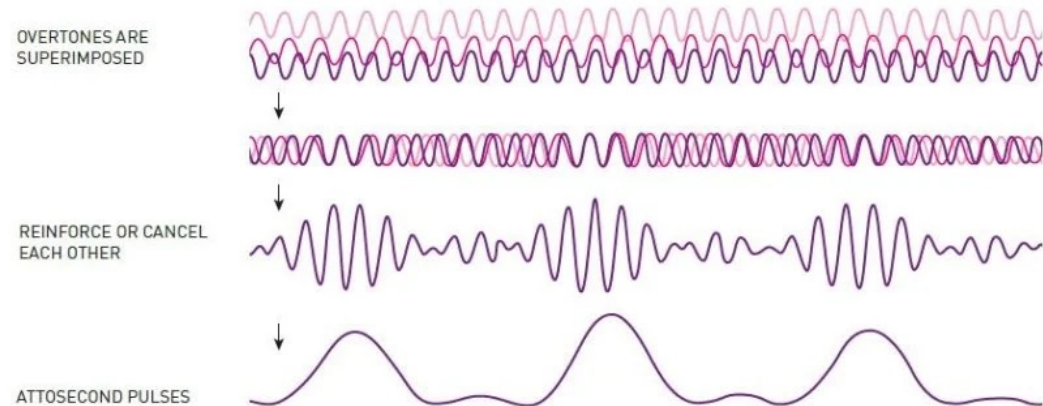
$$1 \text{ as} = 10^{-18} \text{ seconde}$$

Suivre la dynamique électronique



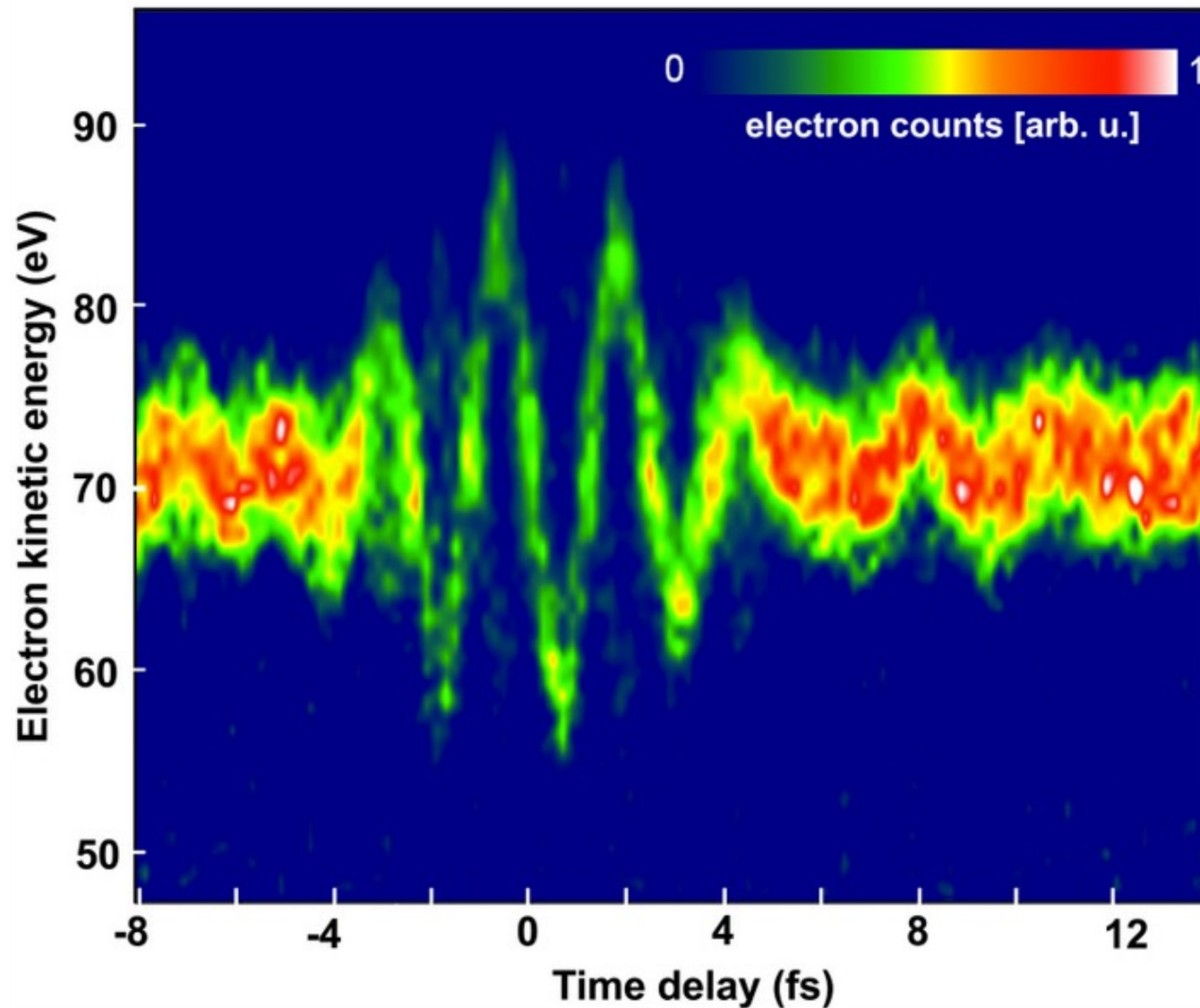
The world of electrons is explored with the shortest of light pulses

When laser light is transmitted through a gas, ultraviolet overtones arise from the atoms in the gas. In the right conditions, these overtones may be in phase. When their cycles coincide, concentrated attosecond pulses are formed.



Reconstruction d'une impulsion femtoseconde à l'aide d'une impulsion attoseconde (2001)

Max Planck Institute for Quantum Optics / Technical University Vienna



ESPACE

**Une éruption
solaire provoque
un blackout
radio sur Terre**



10 AU 13 MAI
TEMPÊTE SOLAIRE DU SIÈCLE!

**PRÉPAREZ-VOUS POUR LE PLUS
GRAND CHANGEMENT DE NOTRE VIE**



ALERT
DANGEROUS
SOLAR FLARES
ARE COMING



TEMPÊTE SOLAIRE
SUPERPUISSANTE



2025 IS
THE END?

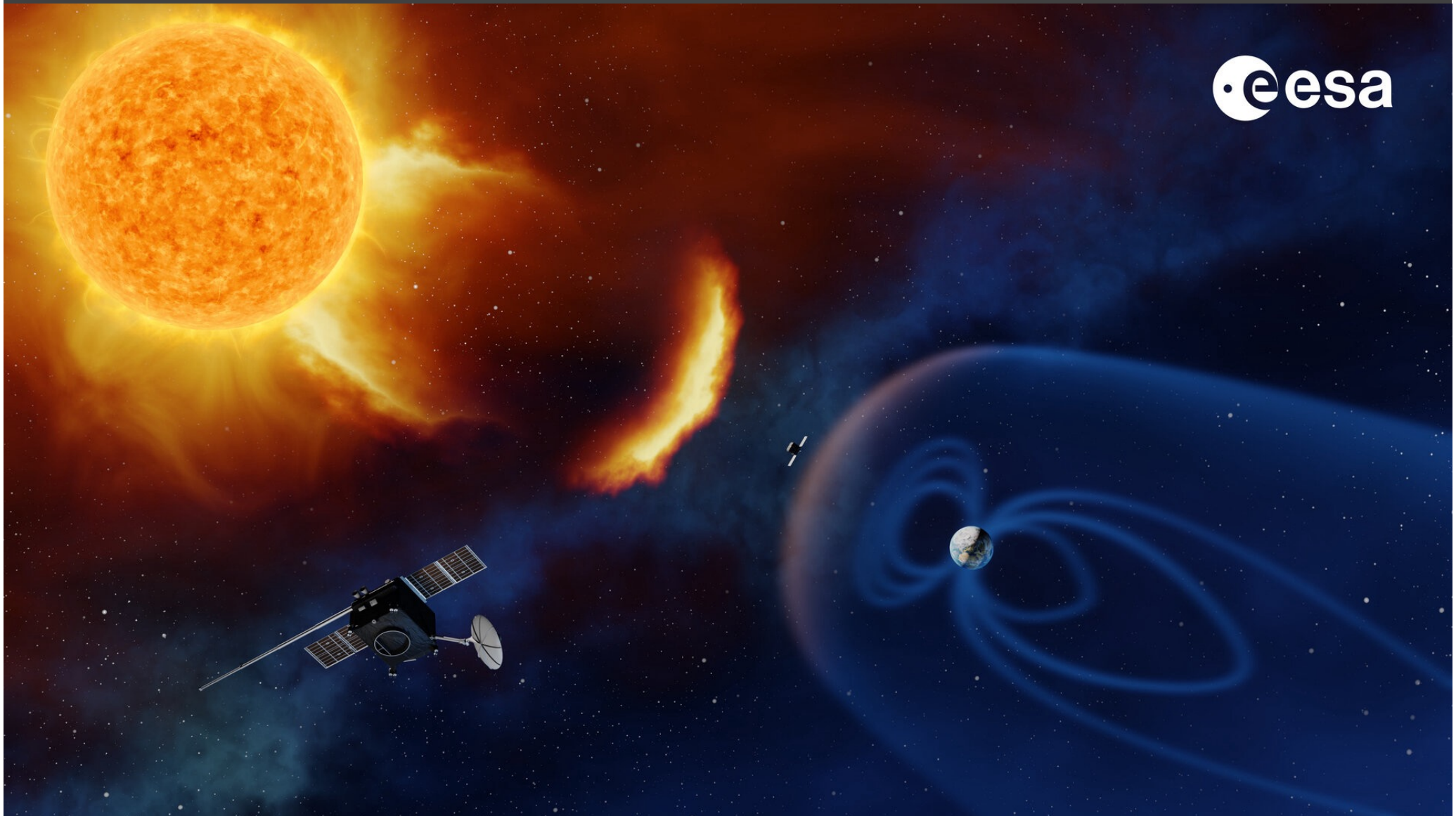


SUN WILL DESTROY
THE EARTH



SOMMES-NOUS
PRÊTS ?



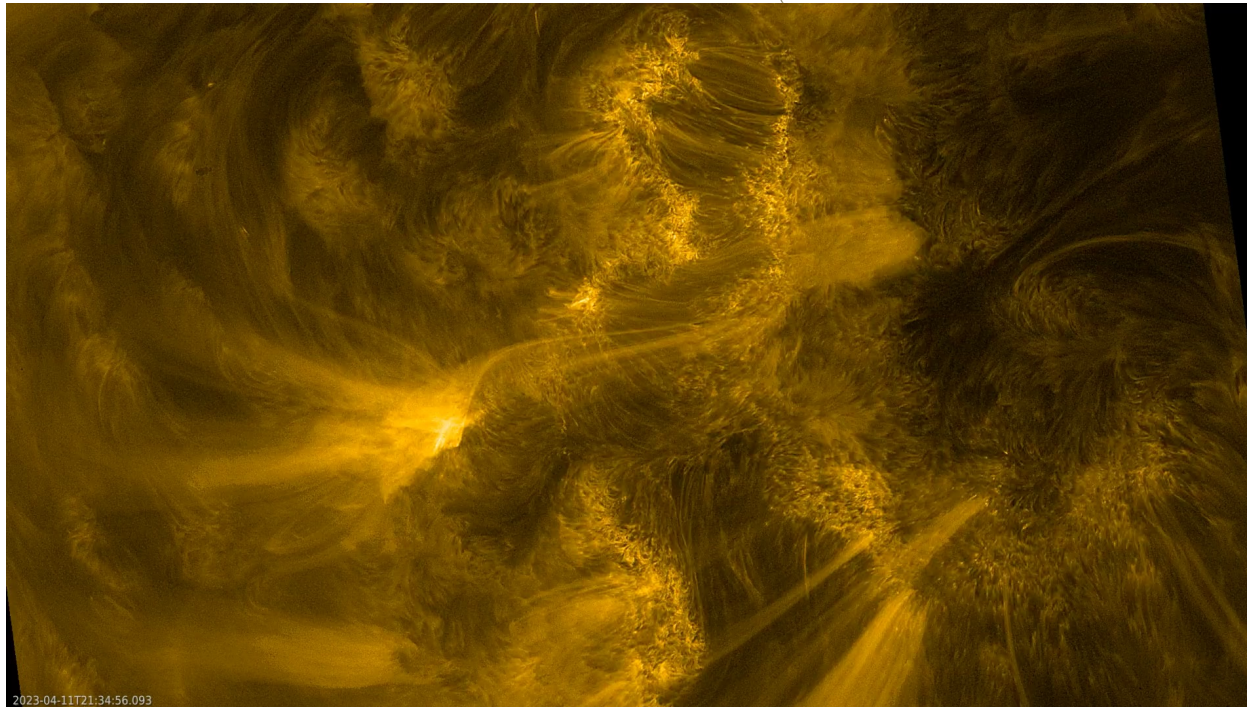
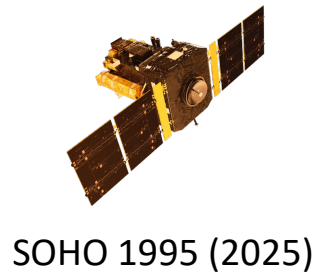


Comment la masse et l'énergie sont-elles transférées à travers l'atmosphère solaire ?

Comment se forme le vent solaire ?

Mon activité de recherche **Imagerie solaire**

- Déploiement de télescopes spatiaux EUV pour l'observation du Soleil
- Le LCF a fourni les substrats et les revêtements de certaines missions



Solar Orbiter HRI 17,4 nm - avril 2023 ; 0.3 U.A. (résolution 160 km)

Mon activité de recherche

www.lcf.institutoptique.fr/groupe-de-recherche/optique-xuv

Imagerie solaire



Atelier d'optique

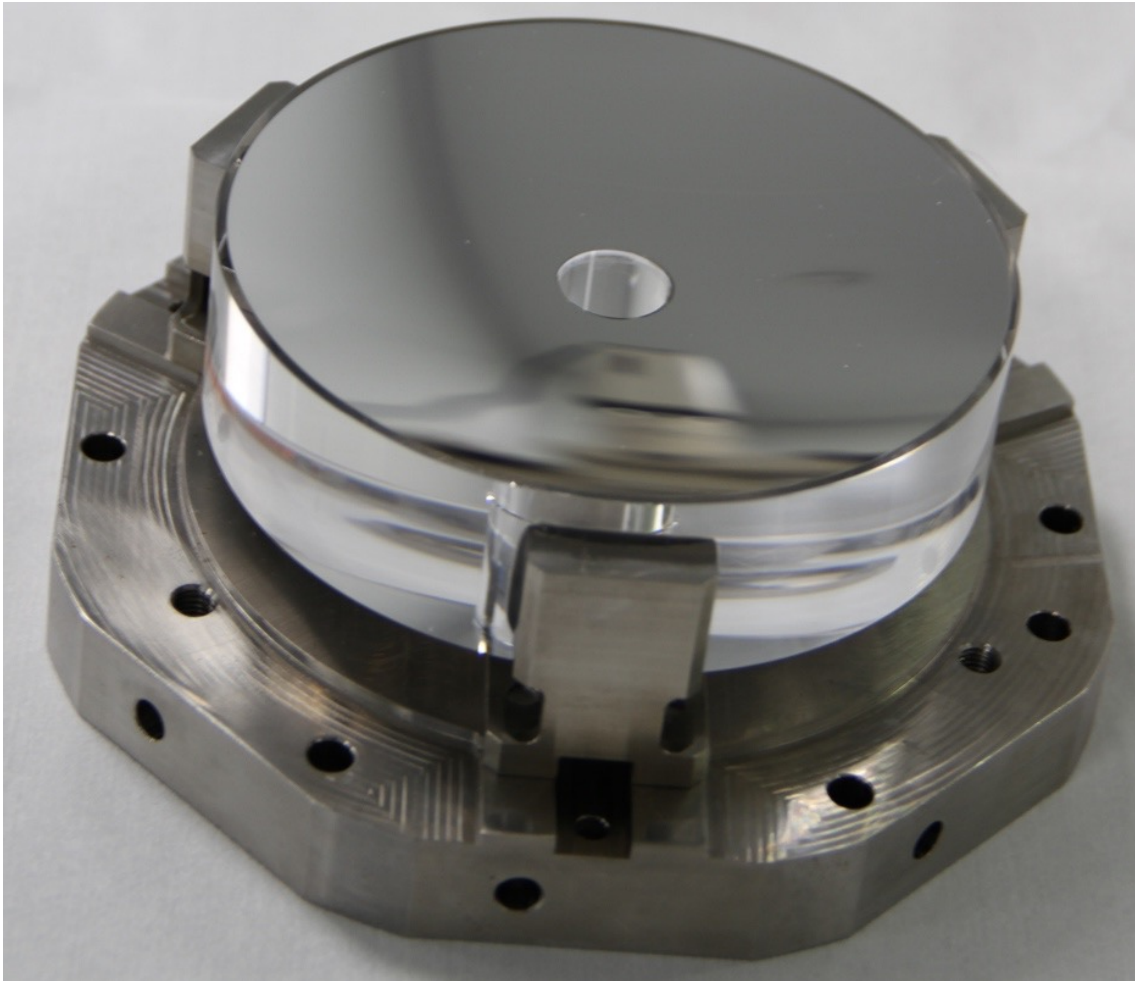


Salle blanche

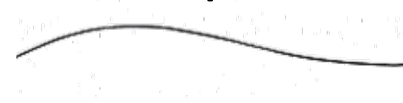
Mon activité de recherche

www.lcf.institutoptique.fr/groupe-de-recherche/optique-xuv

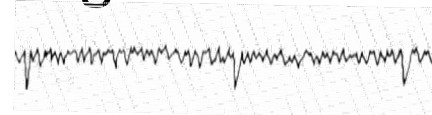
Imagerie solaire



Forme parfaite à **1 nm** près



Rugosité inférieure à **0,1 nm**



Mon activité de recherche

www.lcf.institutoptique.fr/groupe-de-recherche/optique-xuv

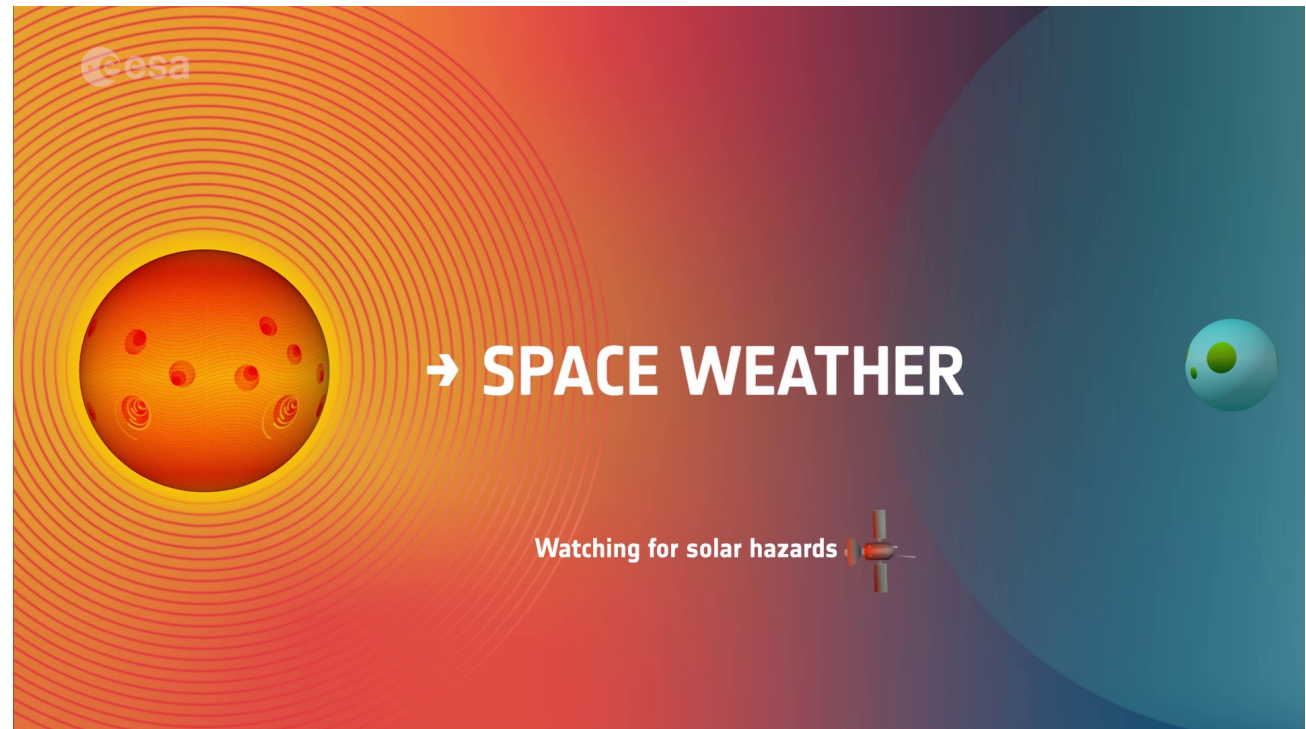
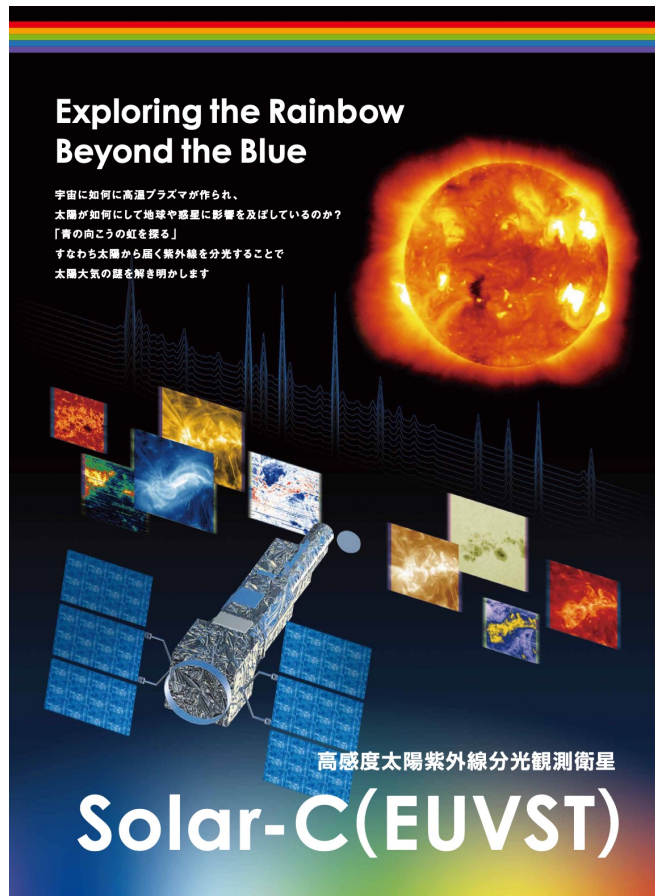
Imagerie solaire

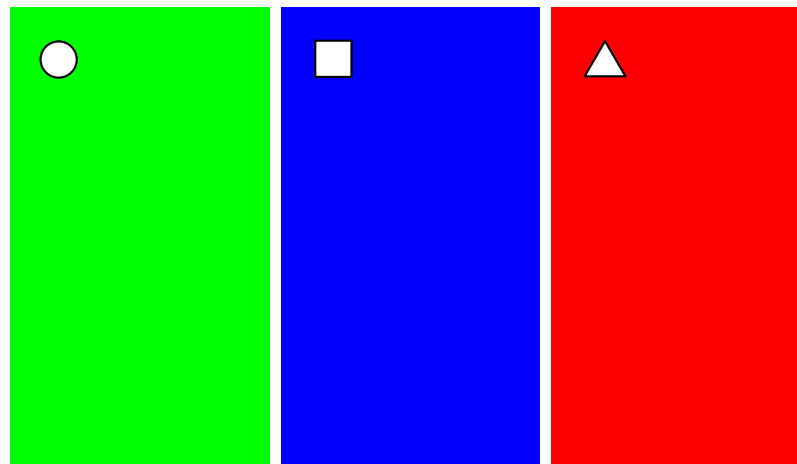


lancement 2029

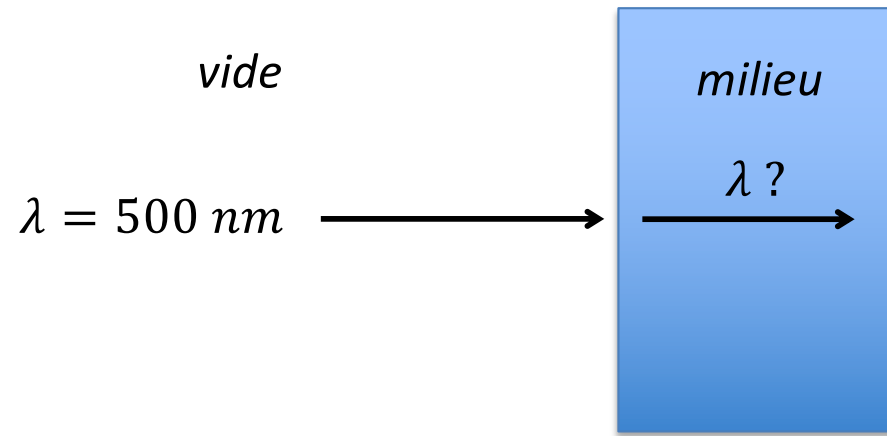


lancement 2031





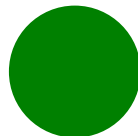
Quelle est la longueur d'onde dans le milieu d'indice $n = 2$?



500 nm

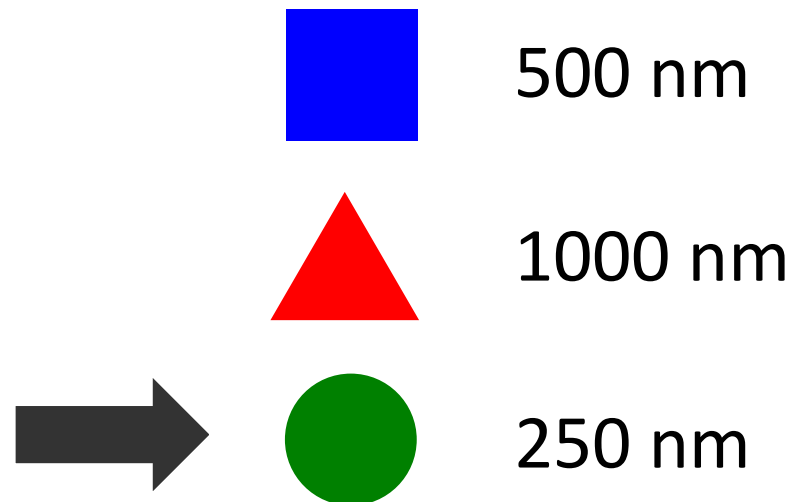
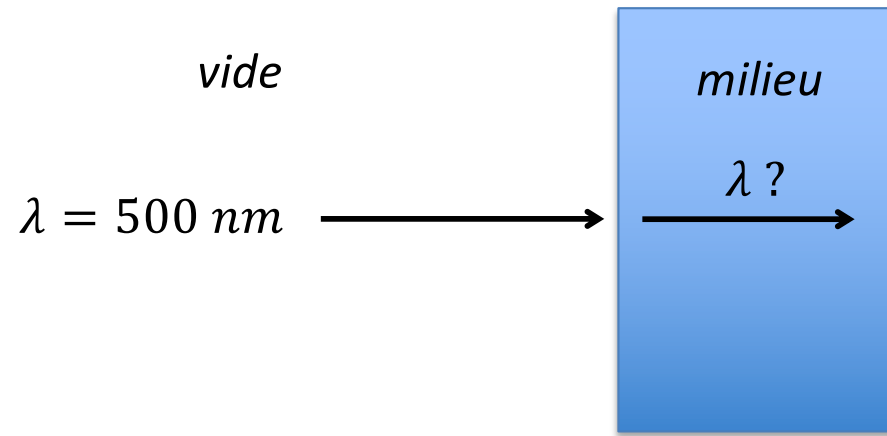


1000 nm



250 nm

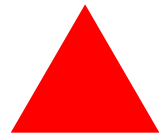
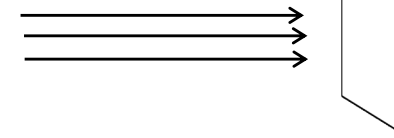
Quelle est la longueur d'onde dans le milieu d'indice $n = 2$?



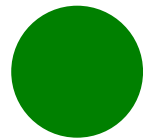
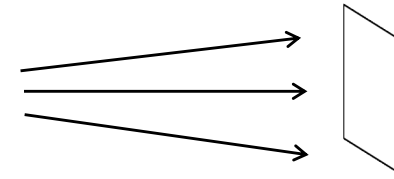
Comment arrivent les rayons sur un écran
provenant d'une source ponctuelle placée à l'infini ?



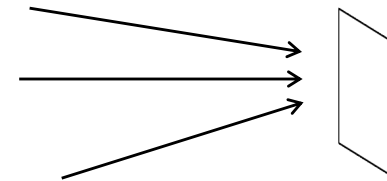
parallèles



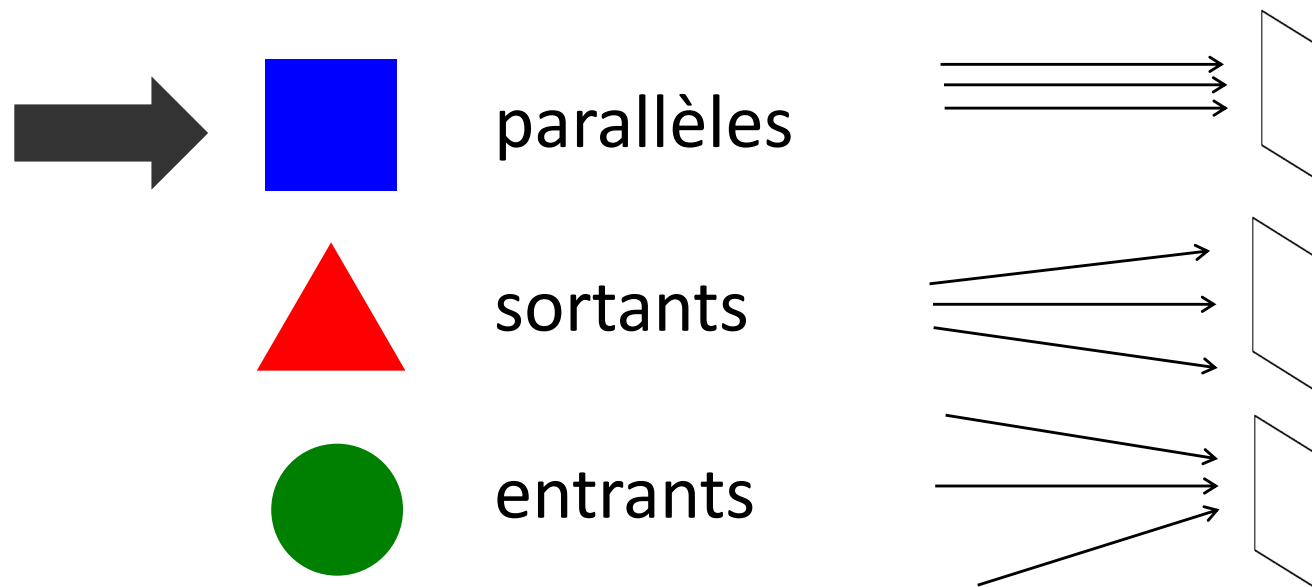
sortants



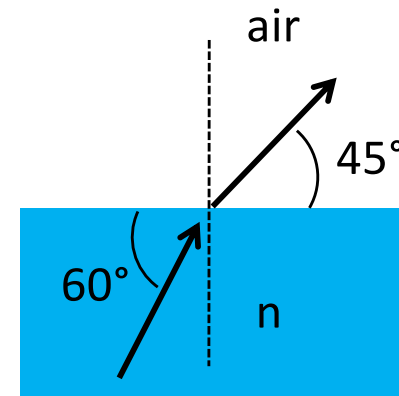
entrants



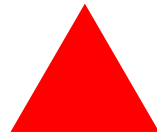
Comment arrivent les rayons sur un écran
provenant d'une source ponctuelle placée à l'infini ?



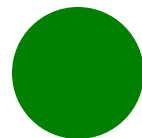
Que vaut l'indice du milieu n dans la configuration suivante ?



$\sqrt{2}$

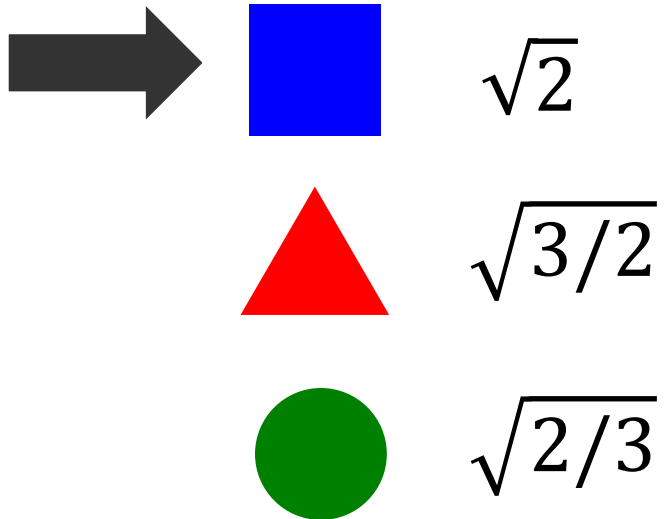
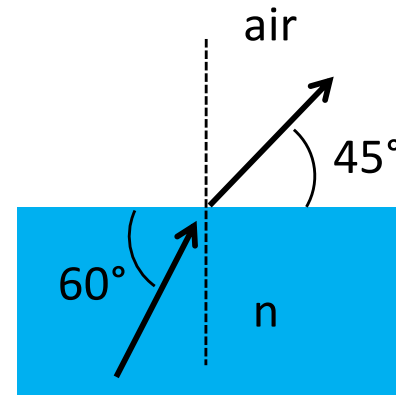


$\sqrt{3/2}$

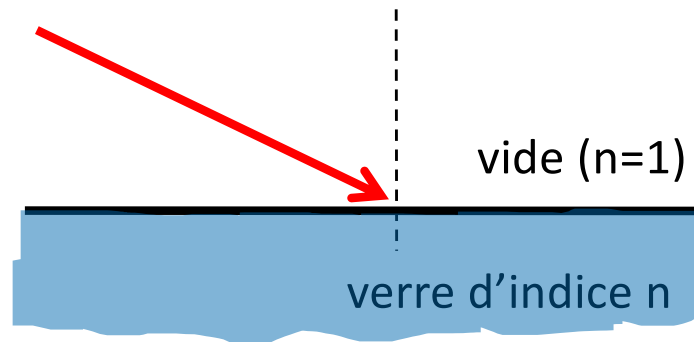


$\sqrt{2/3}$

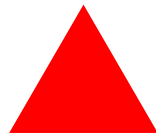
Que vaut l'indice du milieu n dans la configuration suivante ?



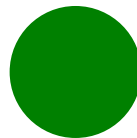
Une interface vide-verre peut-elle réfléchir 100% de la lumière ?



jamais

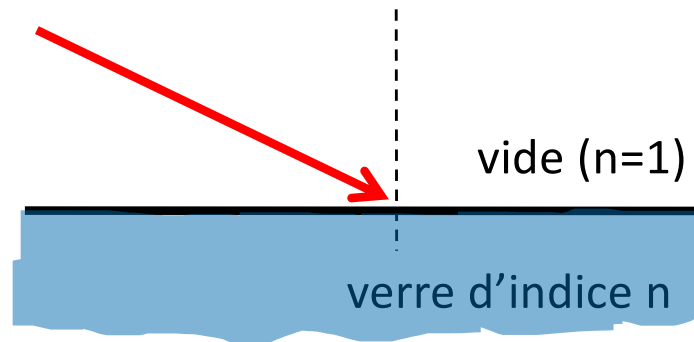


possible si $n > 1$

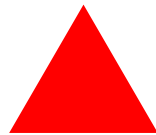


possible si $n < 1$

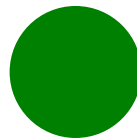
Une interface vide-verre peut-elle réfléchir 100% de la lumière ?



jamais



possible si $n > 1$

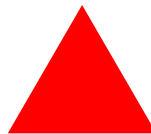


possible si $n < 1$

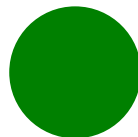
En incidence quasi normale quel % de lumière visible est réfléchi à une interface air-verre ($n=1,5$) ?



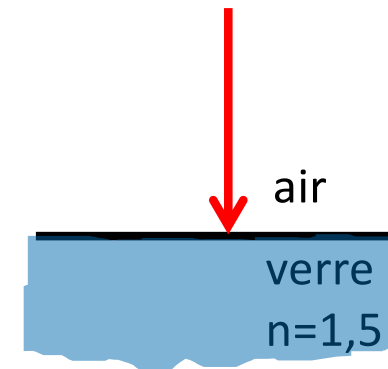
~ 50%



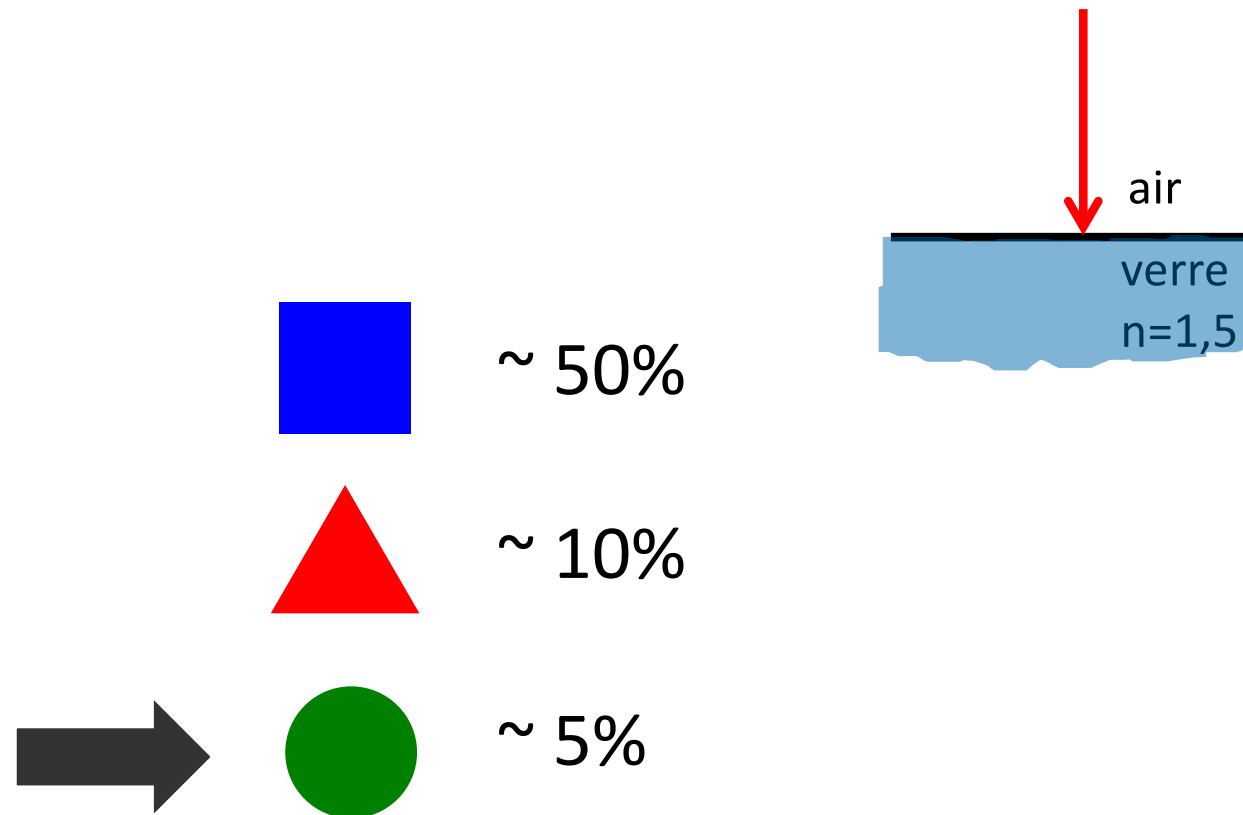
~ 10%



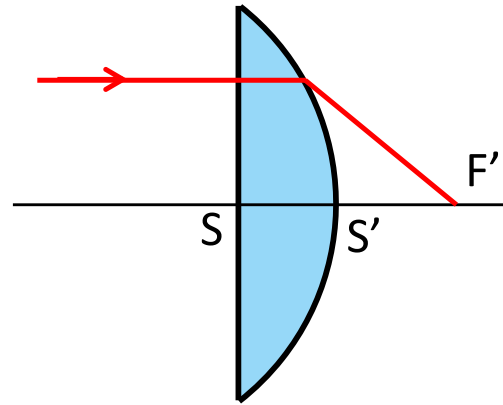
~ 5%



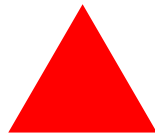
En incidence quasi normale quel % de lumière visible est réfléchi à une interface air-verre ($n=1,5$) ?



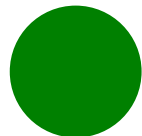
Dans cette situation (objet à gauche),
que vaut la distance focale image de cette lentille ?



$S'F'$

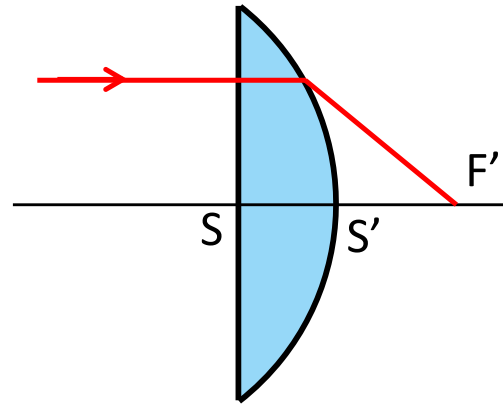


SF'

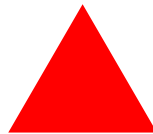


OF' (O milieu de SS')

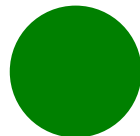
Dans cette situation (objet à gauche),
que vaut la distance focale image de cette lentille ?



$S'F'$

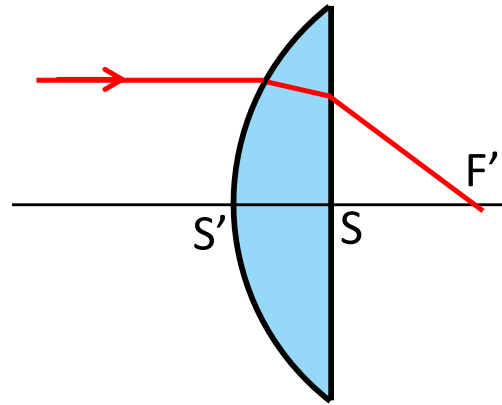


SF'

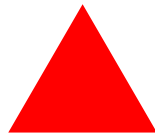


OF' (O milieu de SS')

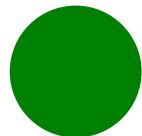
Dans cette situation (objet à gauche),
que vaut la distance focale image de cette lentille ?



$S'F'$

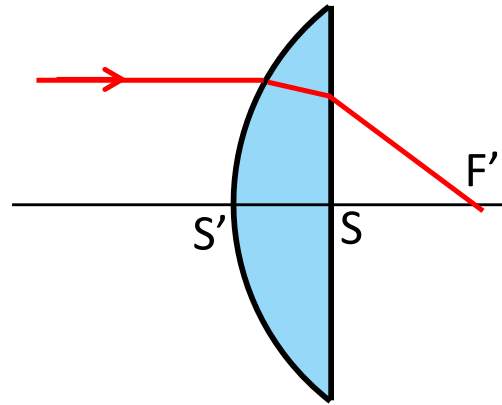


SF'



OF' (O milieu de SS')

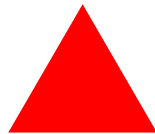
Dans cette situation (objet à gauche),
que vaut la distance focale image de cette lentille ?



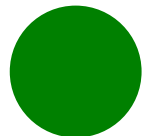
➡ à suivre



$S'F'$



SF'

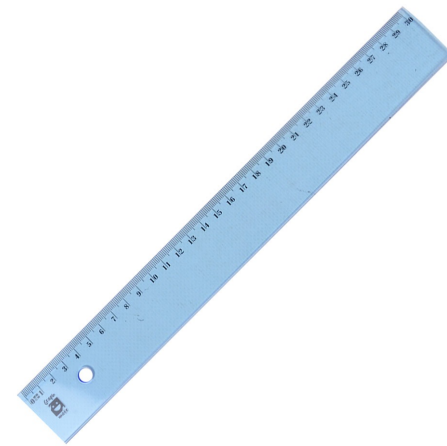


OF' (O milieu de SS')

SEMAINE PROCHAINE

1^{er} TD @IOGS

tracés de rayons dans les lentilles minces
N'oubliez pas votre règle ... !



cours mercredi 14h & jeudi 9h @503