

Infographie

LE SOLEIL INTRIGUE TOUJOURS

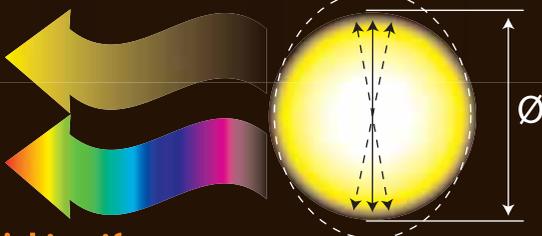
Le Soleil demeure la seule étoile que l'on puisse observer en détail. À 150 millions de km de nous, il représente à lui seul, plus de 99 % de la masse du système solaire. Son diamètre de 1,4 million de km (cent fois celui de la Terre) fait du Soleil un géant qui émet des rayons X, de la lumière ultraviolette, visible et infrarouge et des ondes radioélectriques. C'est une gigantesque usine thermonucléaire : depuis son origine, il y a 4,6 milliards d'années, une réaction de fusion thermonucléaire se produit dans son cœur dont la température est de 14 millions de degrés. La mission Picard va contribuer à accroître nos connaissances sur les processus physiques agissant dans cette étoile dont nous sommes si dépendants.

Sun still holds its share of secrets

The Sun is the only star we are able to observe in detail. It is 150 million kilometres from Earth and alone accounts for over 99% of the solar system's mass. The Sun has a diameter of 1.4 million kilometres (100 times bigger than Earth's) and emits radiation across the electromagnetic spectrum, from X-rays through ultraviolet, visible and infrared to microwave and radio waves. It is a gigantic thermonuclear powerplant. Since its formation, 4.6 billion years ago, a thermonuclear fusion reaction has been taking place in its core, which generates temperatures of 14 million degrees. The Picard mission will help us understand the physical processes at work inside the star on which we are so dependent.

La mission Picard

PICARD MISSION

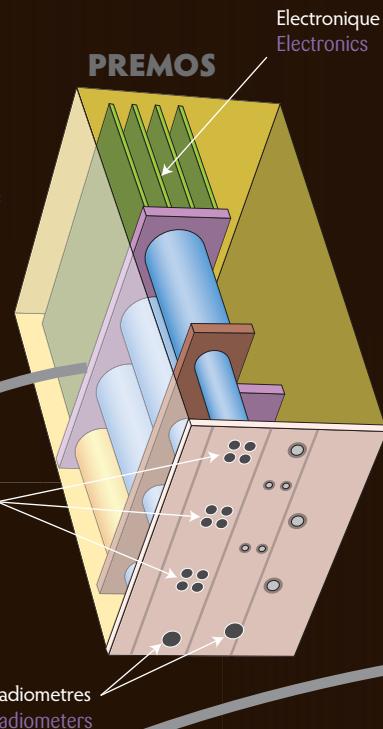
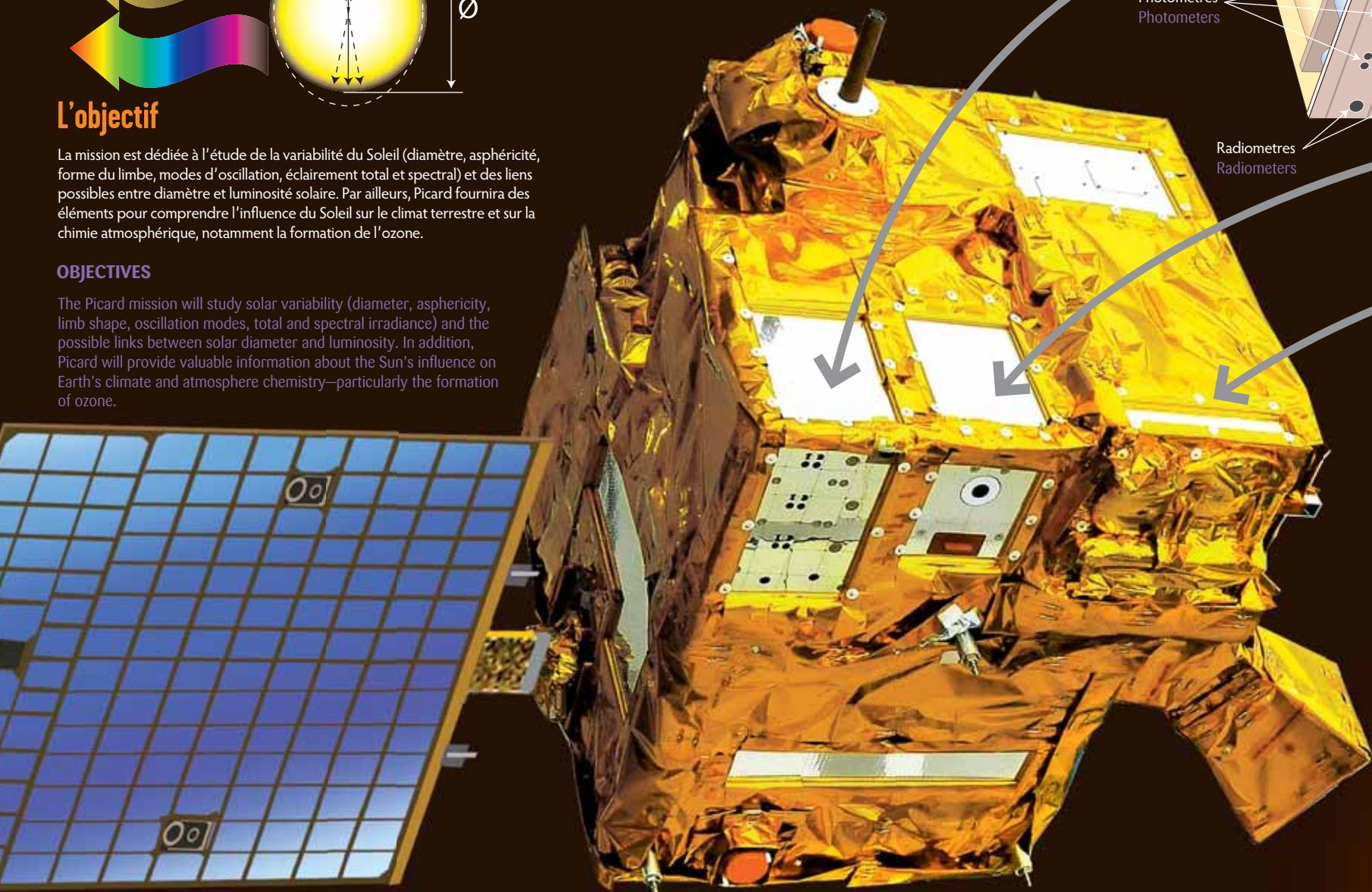


L'objectif

La mission est dédiée à l'étude de la variabilité du Soleil (diamètre, asphéricité, forme du limbe, modes d'oscillation, éclairement total et spectral) et des liens possibles entre diamètre et luminosité solaire. Par ailleurs, Picard fournira des éléments pour comprendre l'influence du Soleil sur le climat terrestre et sur la chimie atmosphérique, notamment la formation de l'ozone.

OBJECTIVES

The Picard mission will study solar variability (diameter, asphericity, limb shape, oscillation modes, total and spectral irradiance) and the possible links between solar diameter and luminosity. In addition, Picard will provide valuable information about the Sun's influence on Earth's climate and atmosphere chemistry—particularly the formation of ozone.



Les contraintes de la mission

Avec un télescope, la propreté est la contrainte n° 1 pour obtenir une image de bonne qualité. Deux types de pollution risquent de dégrader l'image : d'abord la pollution particulaire : il faut « capter » les poussières avant qu'elles ne se déposent sur le télescope et se traduisent par des taches sur l'image. De plus, lorsqu'on observe le Soleil, la pollution moléculaire de l'instrument est un risque à ne pas négliger. Des produits chimiques, utilisés au moment de la construction de l'engin, pourraient se condenser sur la partie froide, l'optique. Face au Soleil, ils « caraméliseraient » sous l'effet de la chaleur, obscurcissant l'optique. Pour éviter ces problèmes, les molécules sont piégées dans un caisson à vide et chauffées à 80 °C. De plus, des matériaux spatiaux et des procédés propres (sans colle, ni plastique ni résine) sont privilégiés. Enfin, pour protéger au maximum l'optique, le satellite tournera « yeux fermés », capot rabattu, pendant un mois, afin d'éviter toute contamination par la pollution générée par le satellite.

CONSTRAINTS

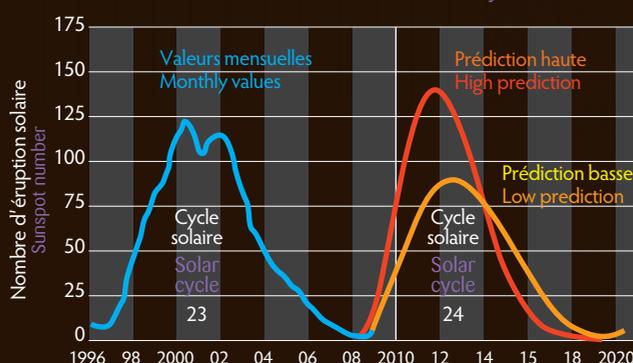
To obtain high-quality imagery with a telescope, absolute cleanliness is a prerequisite. Two types of pollution can degrade image quality. The first is particle pollution. Dust must be captured before it is deposited on the surfaces. When observing the Sun, molecular pollution is also a risk. Chemicals used in the construction process can condense on the cold lenses. When pointed at the Sun, the lens surfaces heat up. Chemical deposits can then become caramelized and again cause image degradation. To avoid these problems, molecules are trapped in a vacuum chamber and heated to 80°C. Clean materials and procedures (with no glue, plastic or resin) are used wherever possible. And to ensure maximum protection for the optics, the satellite will run with shutters and covers closed for the first month to avoid any self-contamination.

Le bon moment

Le lancement de Picard en mars 2010 tombe à pic, au moment du démarrage du cycle 24. Picard étant dimensionné pour observer le Soleil au moins deux ou trois ans, on peut en effet espérer qu'il « tiendra » deux années de plus pour étudier toute la phase ascendante, qui devrait durer quatre à cinq ans (la redescente est plus lente, d'environ six à sept ans). Même si ce cycle 24 s'annonce plus faible que ses prédécesseurs, les données obtenues feront avancer l'état des connaissances solaires !

TIMING

Picard will launch in March 2010—right at the start of Solar Cycle 24. The microsatellite is designed to observe the Sun for at least two to three years. It is hoped, however, that it will hold out for another two years after that, so it can study the entire rising phase of this cycle, expected to last four to five years (the declining phase is slower, around six to seven years). Even if SC24 is weaker than previous cycles, with a below-average number of sunspots, as the experts predict, the data obtained will be no less valuable as we seek to learn more about solar activity.



Picard-sol, un complément pertinent

Picard observera le Soleil depuis l'espace, à 725 km en orbite héliosynchrone. À cette altitude, il échappe aux perturbations atmosphériques qui déforment l'image sur Terre. Mais il n'est pas seul à observer le Soleil : un instrument répliqué fera les mêmes mesures... depuis la Terre ! Couplé à un télescope qui caractérise la perturbation atmosphérique, ce « Picard-bis » fournira des relevés qui compléteront les mesures faites depuis l'espace et permettront de proposer pour le futur une modélisation des observations du Soleil faites depuis la Terre.

PICARD'S OTHER HALF

Picard will pursue its mission from a Sun-synchronous orbit in space, 725 kilometres above Earth. At this altitude, it will be free from the atmospheric disturbances that distort images on the ground. But it will not operate alone. A replica instrument will make the same measurements here on Earth. Coupled to a ground-based telescope, subject to atmospheric disturbances, Picard B will conduct the same observations. These will be compared with the space-based measurements to quantify disturbances, correct them and develop a model to allow future observations from Earth.



Les trois instruments

Ils effectueront des mesures complémentaires et simultanées :

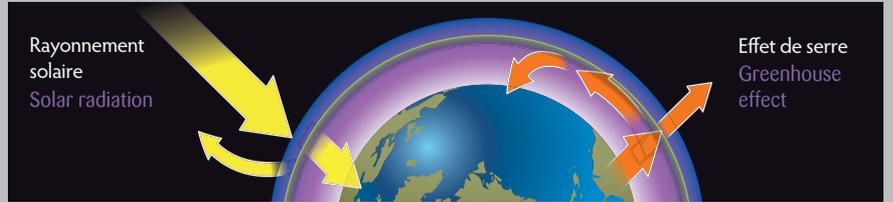
- Sodism, un télescope optique, prendra des images du Soleil toutes les minutes à 5 longueurs d'onde (visible et proche UV) pour en mesurer les propriétés (diamètre, forme, vitesse de rotation), repérer les régions actives et enregistrer les variations de luminosité, signalant les phénomènes physiques agitant le Soleil au cours de son cycle.
- Premos mesurera la puissance totale émise par le Soleil, dans tout le spectre ainsi qu'à des longueurs d'onde spécifiques, identiques à celles de Sodism, pour relier ces mesures de puissance avec ce qu'on observe au télescope.
- Sovap mesurera, lui aussi, la puissance solaire totale et ses variations, mais avec un procédé un peu différent du précédent outil.

THREE INSTRUMENTS

The Picard payload comprises three instruments that will make complementary and simultaneous measurements:

- SODISM (Solar Diameter Imager & Surface Mapper) is an optical telescope. It will capture images of the Sun at the rate of one per minute and at five wavelengths (visible and near-ultraviolet) to measure various properties (diameter, shape, rotation speed), identify active regions and record variations in luminosity (caused by physical phenomena).
- PREMOS (PRECision MONitor Sensor) will measure total solar irradiance across the entire spectrum as well as at specific wavelengths (identical to the SODISM instrument so that irradiance levels can be linked with optical observations).
- SOVAP (Solar VARIability Picard) will also measure total solar irradiance and associated variations, but with a different protocol.

De quoi dépendent les variations du climat ?



Les facteurs agissant sur le climat sont nombreux et leur nombre et leur nature dépendent de l'échelle de temps considérée. À l'échelle de quelques siècles, les facteurs essentiels sont l'éclairement solaire, les gaz à effet de serre et les aérosols d'origine volcanique ou autre.

Les variations de l'éclairement total sont de l'ordre de un à quelques dixièmes de pour cent. L'effet radiatif direct est très petit, de l'ordre du dixième de degré à l'échelle de la planète. Pour le cycle de 11 ans, l'éclairement total varie de 0,1 %, mais l'UV varie beaucoup plus, soit 8 % à 200 nm. Or, une partie de l'énergie des photons UV est absorbée par l'ozone dans la stratosphère. Il en résulte une modification de sa structure thermique et de sa dynamique.

Pour certains experts, plus de 80 % du changement climatique actuel proviendrait des GES et 10-20 % du Soleil. Mais tout le monde n'est pas d'accord avec ces proportions... D'où l'intérêt de mieux connaître la variabilité solaire pour bâtir des modélisations tenant compte de tous les facteurs.

SO WHAT CAUSES CLIMATE VARIATION?

The factors that affect our planet are many and varied. They also depend on the timescale under consideration.

On the timescale of centuries, the main factors are solar illumination as well as greenhouse gases and aerosols released by volcanoes, etc.

Variations in total illumination are in the order of one-tenth to a few tenths of a percent. The direct radiative effect is minimal, in the order of a few tenths of a degree at global level.

On the scale of the 11-year solar cycle, total illumination varies by 0.1%. UV radiation levels vary to a much greater extent, typically 8% at 200 nm. However, part of the energy of these UV photons is absorbed by ozone in the stratosphere. This alters its thermal structure and dynamics.

Some experts believe that over 80% of current climate change is due to greenhouse gases and just 10 to 20% to the Sun. But not everyone agrees with these figures. Hence the need for continued research into solar variability so that we can develop models that take full account of all these factors.

SOVAP

SODISM

Capteurs
Sensors

Roue porte-filtre
Filter wheel

Objectif CCD
CCD lens

Miroir primaire
actif
Active primary
mirror

Télescope
guide
Telescope
guide

Porte d'entrée
Shutter/cover

Détecteurs
Detectors

Miroirs
(ouverture
de précision)
Mirrors

Pour en savoir plus :
Find out more:

<http://smc.cnes.fr/PICARD/Fr/>

Pourquoi un microsatellite ?

Un microsatellite est approprié pour effectuer des missions scientifiques dans une enveloppe budgétaire limitée. C'est ainsi que la filière des microsatellites Myriade fournira la plateforme et les équipements nécessaires aux trois instruments Picard. Il existe cependant quelques contraintes : le poids total ne doit pas dépasser 150 kg, dont 60 kg d'instruments scientifiques ; le volume de télémétrie ; la puissance nécessaire au fonctionnement du satellite et des instruments. Le pointage sur le Soleil, initialement insuffisant, a été très amélioré par l'utilisation d'un écartomètre solaire ayant une précision de 36". En raison des spécifications particulières de cette mission, des solutions pour les satisfaire ont été trouvées dans le cadre de la filière Myriade.



WHY A MICROSATELLITE?

Microsatellites are ideal for science missions with a limited budget. For this reason, the Picard mission is based on the Myriade microsatellite platform (bus and ancillary systems to support the three payload instruments).

There are a number of constraints, however:

- Total weight must not exceed 150 kg (of which 60 kg for the science instruments)
- Volume of telemetry data

- Power needed for satellite and instrument operation

Sun pointing accuracy, initially insufficient, was significantly improved thanks to a solar tracking sensor with 36-arc-second precision. Other solutions were also found through the Myriade series to meet the particular specifications of this mission.