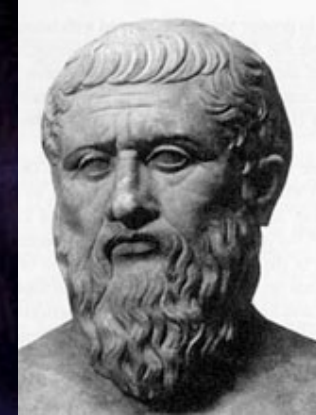




PLATO

Πλάτων



PLAnetary Transits & Oscillations of stars

*« La vida de las estrellas
& de sus planetas »*

*Respuesta a la convocatoria
« Cosmic Vision » 2015-2025*

*PI: Claude Catala
Rafael Garrido (IAA-CSIC)*

El consorcio PLATO

D. Kurtz, **University of Central Lancashire**

C. Catala, **Paris Observatory**
M. Auvergne, A. Baglin, E. Michel
B. Mosser, C. Barban, ...

J. Christensen-Dalsgaard, **Aarhus University**
H. Kjeldsen

M. Thompson, **University of Sheffield**

A.C. Cameron, **University of St. Andrews**
K. Horne

K. Strassmeier, **Astrophysical Institute Potsdam**

P. Wheatley, **University of Leicester**
M. Barstow

I. Roxburgh, **University of London**

H. Rauer, **DLR, Berlin**

B.H. Foing, **RSSD, ESTEC**
M. Fridlund

S. Aigrain, **University of Exeter**

T. Appourchaux, **IAS, Orsay**
F. Baudin, P. Boumier, A. Léger

C. Aerts, ... **Catholic University, Leuven**

A. Vidal-Madjar, **IAP, Paris**
A. Lecavelier

A. Noels, ... **Liège University**

S. Turck-Chièze, **CEA, Saclay**
R. Garcia

W. Weiss, **University of Vienna**

S. Vauclair, **OMP, Toulouse**
G. Vauclair, J.-F. Donati

M. Mayor, **Geneva Observatory**
D. Queloz, G. Meynet, ...

M. Monteiro, **Porto University**
J. Gameiro

E. Antonello, **Brera Observatory, Merate**
E. Poretti, ...

M. Mas-Hesse, **CSIC-INTA, Madrid**

G. Piotto, **Padova University**
S. Desidera

R. Garrido, ... **IAA, Granada**

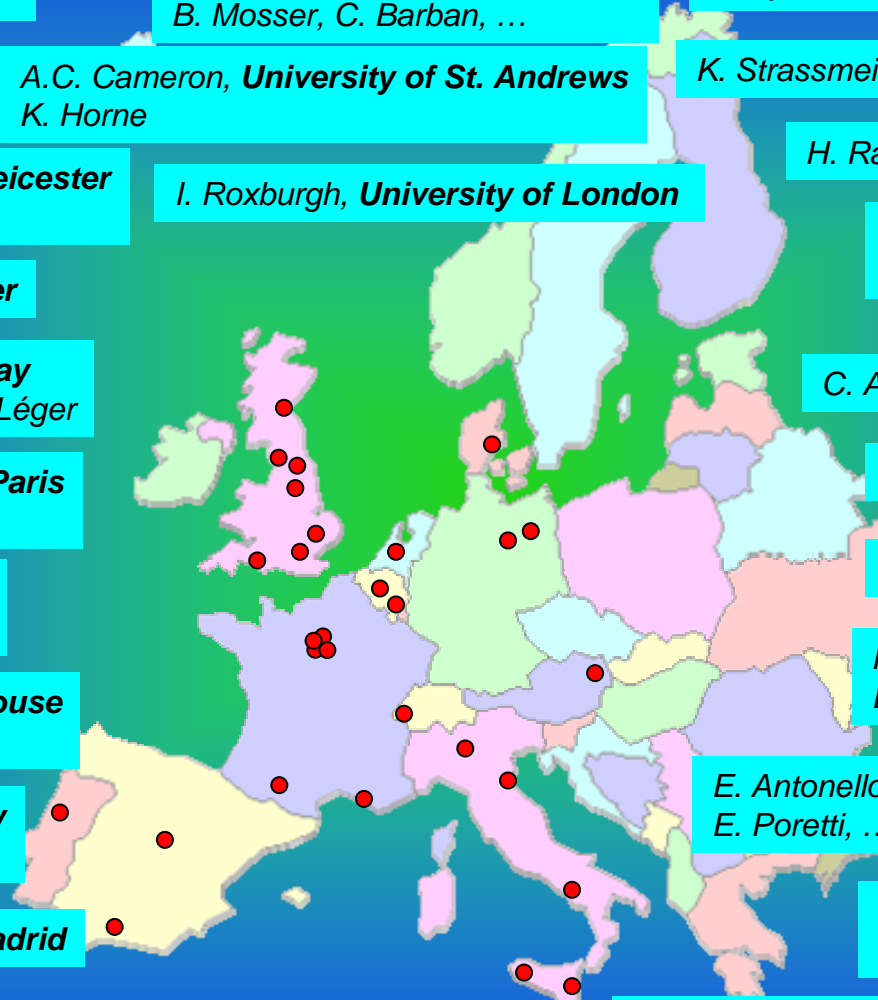
P. Barge, **OAMP, Marseille**
M. Deleuil, ...

I. Pagano, **Catania Observatory**
A.F. Lanza, A. Lanzafame, S. Messina, G. Cutispoto

T. Roca-Cortés, **IAC, Tenerife**
H. Deeg

M. Marconi, **Capodimonte Obs.**
V. Ripepi, R. Silvotti, ...

+ *Colaboración extra-europea:*
USA, India, Brasil, ...



Objetivos Científicos

La formación y evolución de los planetas y de las estrellas

PLATO:

- *Una etapa esencial en el campo de la formación y evolución de los planetas y de las estrellas*
- *Una continuación lógica de CoRoT y Kepler*
- *Un progreso enorme en comparación con Eddington*

Formación y evolución de los planetas

PARA:

- *Comprender el origen de la Tierra y de la vida*
- *Saber si la vida puede existir en el universo*

HACE FALTA:

- *Distribución de los tamaños, masas y órbitas de los exoplanetas*
- *Evolución en función de la edad*
- *Mecanismos que controlan las excentricidades y las migraciones*
- *Interacción de los planetas con sus estrellas*
- *Papel del campo magnético*

Y PARA ESTO:

- *Estadística completa de exoplanetas de todos tamaños, órbitas, todas las edades*
- *Medida de la órbita, del tamaño Y de la masa*
- *Medida de la edad de los sistemas exoplanetarios*
- *Determinación de las propiedades de sus estrellas*
- *Detección y medida del campo magnético*
- *Composición de las atmósferas exoplanetarias*

Formación y evolución de las estrellas

- PARA:**
- *Comprender la evolución química del Universo*
 - *Medir las edades en el Universo*

HACE FALTA:

- *Una teoría fiable y muy precisa de la evolución estelar*
- *Una comprensión al detalle de los procesos de transporte*
- *Interacción estrellas / planetas / entorno*
- *Papel del campo magnético*

Y PARA ESTO:

- *Determinación de la estructura interna de las estrellas de cualquier masa y edad*
- *Medida de su rotación interna*
- *Medida de su edad*
- *Medida de su composición química*
- *Preferentemente de las estrellas con planetas*
- *Detección y medida del campo magnético*

Recapitulación de las necesidades

Datos detallados de una muestra estadística completa de exoplanetas y de sus estrellas

- *Órbitas, tamaños y masas de los planetas*
- *Edad de los planetas y de sus estrellas centrales*
- *Composición química de estas estrellas*
- *Estructura y rotación interna de las estrellas*
- *Medida del campo magnético*
- *Composición química de las atmósferas de los exoplanetas*

¿ Qué camino observacional seguir ?

Concepto: observación de una muestra única de estrellas

Seleccionar una vasta muestra de estrellas (>100,000)
de todas las edades y de todas las masas
suficientemente brillantes como para permitir observaciones
detalladas

1. Fotometría en el espacio:

- Detectar y estudiar los *planetas alrededor de estas estrellas*,
con el fin de detectar tránsitos planetarios : *tamaño, órbitas*
u otros métodos (e.g. astrometría, lensing, ...)
- Estudiar la estructura interna y la rotación interna *de estas estrellas*
mediante la astrosismología : *edad, estructura interna, J*

2. Epectroscopía desde tierra:

- Determinar la *masa* de los *planetas detectados*
mediante medidas de la velocidad radial (espectroscopía HR)
- Determinar la *composición química de las estrellas*
mediante espectroscopía de alta resolución
- Estimar la *composición química de las atmósferas de los planetas*
mediante espectroscopía diferencial

Concepto observacional (1/3)

Observar un número muy grande de estrellas brillantes ($m_V \leq 11-12$)

Maximizar el campo

campo ≥ 300 grados² : $\geq 100\,000$ estrellas

Muestra no sesgada en términos de masa, edad, metalicidad, etc...

incluyendo cúmulos abiertos de diferentes edades, estrellas de Pop II, etc...

Llevar a cabo una fotometría de banda ancha, continua,
de muy alta precisión y de longitud considerable

Nivel de ruido

$\leq 8 \cdot 10^{-5}$ (ideal $2 \cdot 10^{-5}$) en 1 hr para $m_V=11$: tránsitos de planetas $1 R_T$

≤ 1 ppm en 2 semanas para $m_V=11$: sismología de estrellas de tipo solar

→ **Superficie colectora ≥ 0.8 m²**

SCOOP: CoRoT 0.057 m²

0.7 ppm en 5d para $m_V=5.8$

$7.5 \cdot 10^{-4}$ en 1 hr para $m_V=15.1$

→ **objetivos de PLATO realistas !!**

Duración: ≥ 3 años, esperable 5 años: periodos orbitales ≥ 1 año

Concepto observacional (2/3)



filosofía 1

*(COROT, Kepler, Eddington):
estrellas lejanas, débiles ($m_v=15-17$)*



filosofía 2 (PLATO):

estrellas cercanas, brillantes ($m_v=11-12$)

*Intérés por la investigación de exoplanetas: **tránsitos delante de las estrellas brillantes y próximas***

- *Sismología simultánea: interior, edad*
- *Muy alta relación S/R: pequeños planetas, mejor precisión*
- *Mejora en el rechazo de las falsas alarmas (binarias eclipsantes, confusión, etc...)*
- *Espectroscopía HR y gran S/R: velocidades radiales (masas) + composición atmosférica*
- *Astrometría*
- *Interferometría: imagería, espectroscopía de exoplanetas*
- *Un campo enorme: una muestra gigantesca si añadimos las estrellas más débiles
p. e. 700,000 enanas GK $m_v \leq 14$ = 7 veces Kepler! = 15 veces CoRoT!*

Concepto observacional (3/3)

Interés por el estudio de los interiores estelares:

- Sismología de 100 000 estrellas
= >1000 veces CoRoT = >200 veces Kepler = >5 veces Eddington !*
- 100 000 estrellas = fracción significativa de los objetos Gaia/RVS*

Edad de estas estrellas = coordenada temporal (el observable que faltaba !)

Resultados esperados

- *Estadística no sesgada de exoplanetas : tamaños, órbitas, edades*
- *Caracterización completa de estos exoplanetas*
- *Caracterización completa de las estrellas que los albergan*
- *Enorme muestra de estrellas con datos sísmicos*

*una herramienta para estudiar
la evolución de las estrellas y de sus sistemas planetarios*

Concepto instrumental

Campo enorme + gran superficie colectora

dos aproximaciones posibles:

- Un único apuntado, gran número de instrumentos de pequeño tamaño*
- Instrumentos de gran tamaño, apuntados múltiples*

Llamada a la industria:

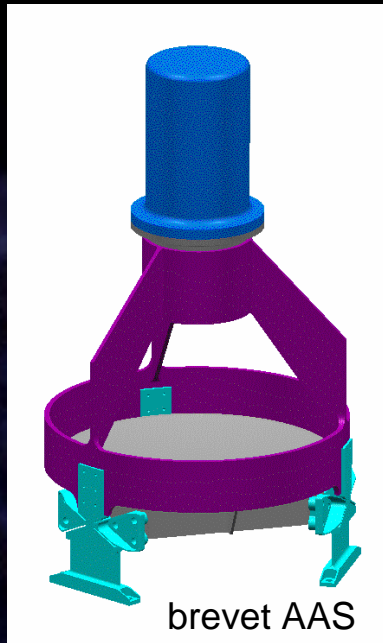
- Dos pre-estudios auto-financiados -Alcatel, Astrium*
- Suministro de las especificaciones científicas a las industrias*
- Libertad de las industrias para elegir el concepto de instrumento*

Estudios confidenciales por el momento

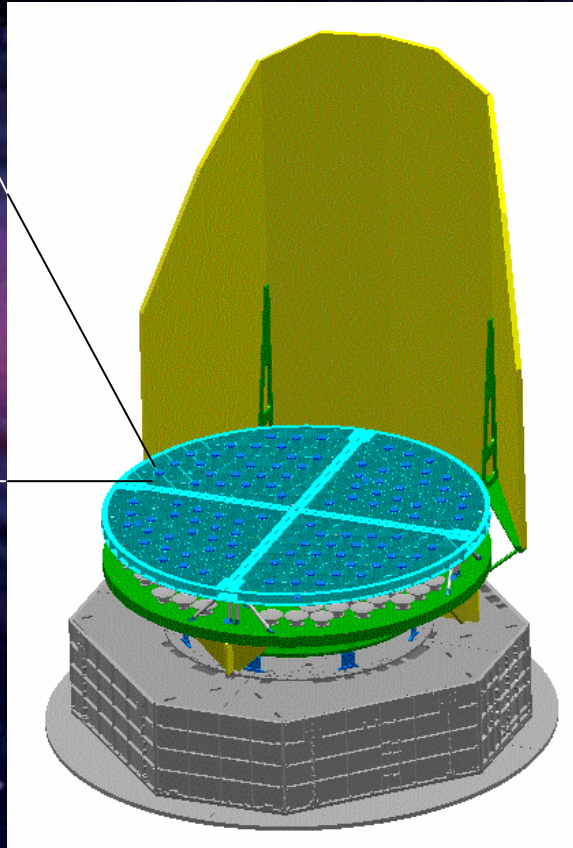
Resultados esperados en junio 2007

Concepto 'Alcatel' (confidencial)

Un solo apuntado, un gran número de instrumentos de pequeño tamaño



*pupila 100 mm
espejo M1
+ óptica dióptrica
diámetro del campo 20°
campo 314 grad²
CCD 5200 x 5200 x 11μm
6.6 kg*



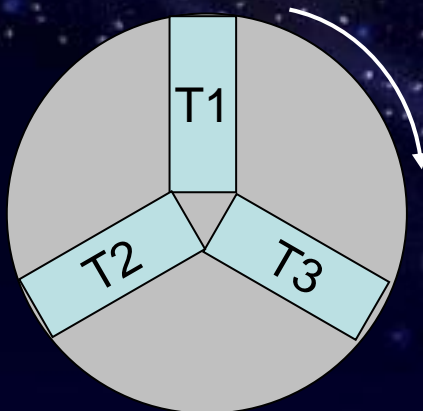
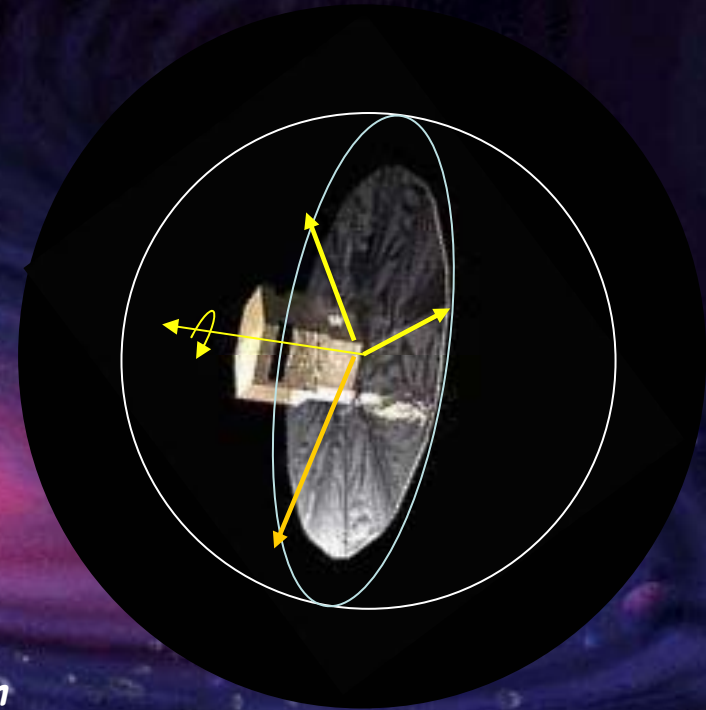
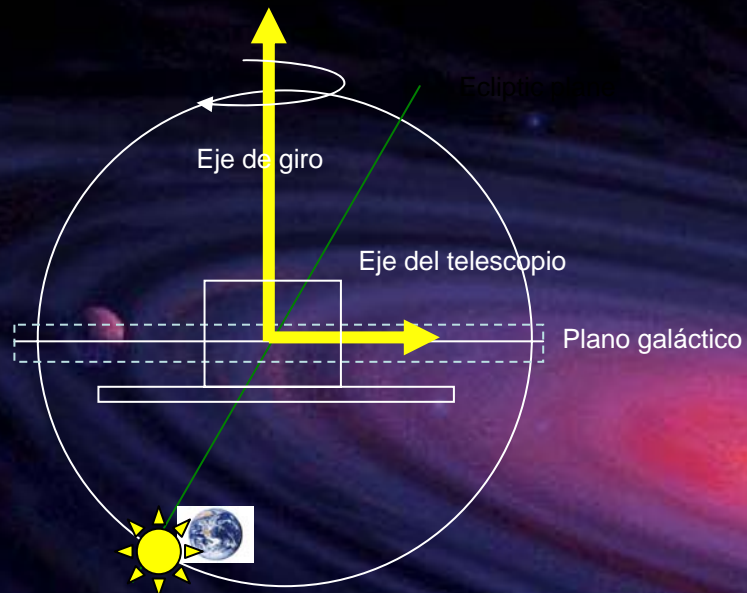
*100 instrumentos idénticos
plataforma Herschel/Planck
órbita: L2 o geostacionaria
CU: 894 kg TM: 150 kb/s
total: 2225 Kg*



lanzador Soyouz

Concepto 'Astrium' (confidencial)

Instrumentos de gran tamaño, apuntados múltiples, barridos



*3 telescopios de ~1m
3 apuntados a 120°
CCD modo FT, similares a los de Gaia
Campo total barrido: > 1000 deg²
Plataforma Gaia
Órbita: L2 ou geostacionaria
Masa tbd
TM: 300-500 kb/s
Lanzador Soyouz_ST (tbc)*

Status y Consorcio

- *No hay ningún punto técnico duro que sea crítico*
- *Dos conceptos diferentes*
- *Desafíos tecnológicos modestos*
- *Nos apoyamos en la experiencia CoRoT, sobre el estudio de Eddington y sobre los desarrollos Planck/Herschel o Gaia*
- *PLATO será propuesta como misión de tipo M*
- *El coste no ha sido aún estimado por las empresas*
- *Orden de magnitud: 300 M€*
- *Búsqueda de socios extra-europeos: USA, India, Brasil*
- *Participación « modesta » de los países miembros: prototipo del plano focal, software de vuelo, software tierra*

Conclusión: una hoja de ruta europea

