



Bilan depuis Biarritz

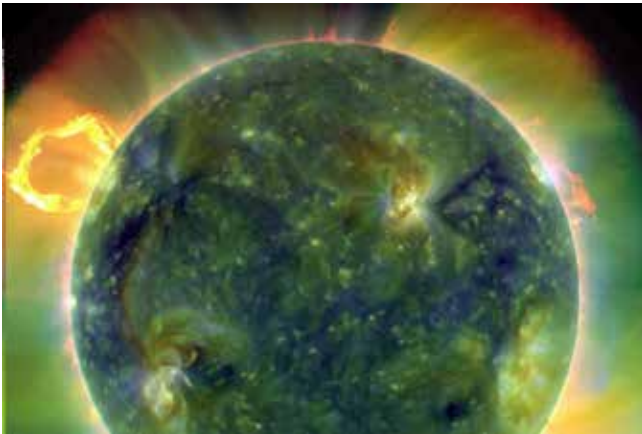
Jean-Marie Hameury pour le CERES

Membres du CERES : N. Aghanim, S. Basa, L. Blanchet, F. Casoli, T. Dudok de Wit, C. Engrand, J.M. Hameury, O. LaMarle, S. Léon, S. Maurice, A. Omont, J.Y. Prado, F. Rocard, C. Sirmain, M. Viso
+ invités permanents dont membres français des groupes ESA

Grandes questions scientifiques (Cosmic Vision)



Formation des planètes et émergence de la vie

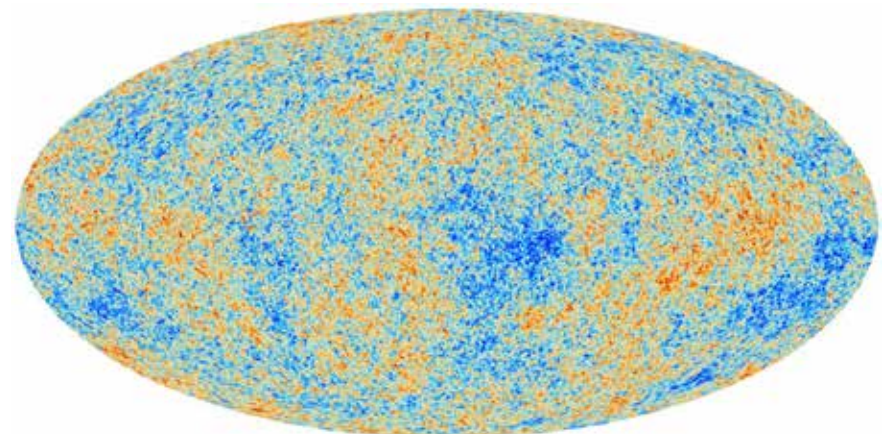


Fonctionnement global du système solaire



$$ds^2 = - \left(1 - \frac{2Mr}{\Sigma} \right) dt^2 + \left(\frac{\Sigma}{\Delta} \right) dr^2 + \Sigma d\theta^2 + \left(r^2 + a^2 + \frac{2Mra^2}{\Sigma} \sin^2\theta \right) \sin^2\theta d\phi^2 - \frac{4Mra \sin^2\theta}{\Sigma} d\phi dt, \quad (1)$$

Lois physiques gouvernant l'Univers

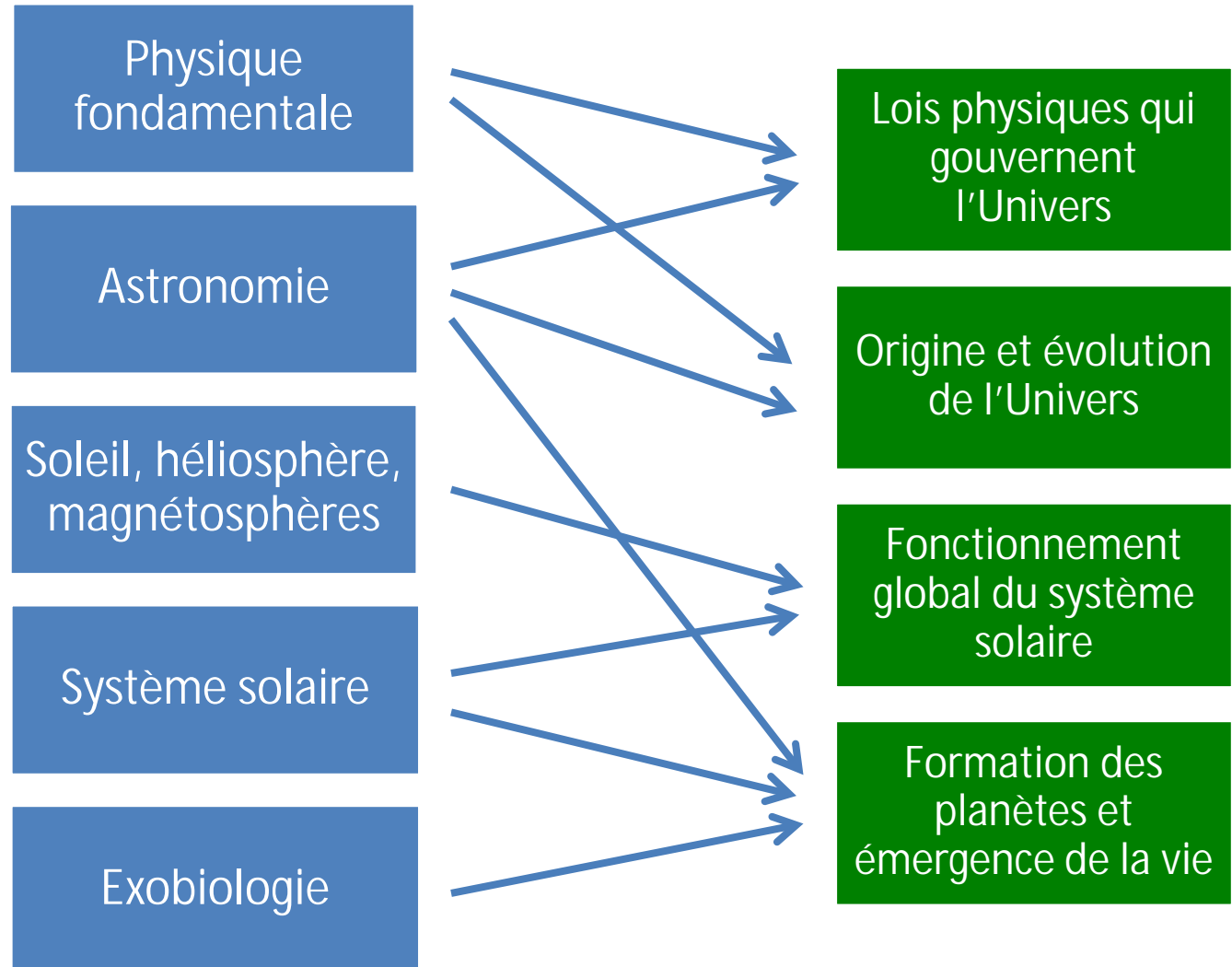


Origine et évolution de l'Univers



Groupes Thématiques : structuration de la communauté et techniques

Questions scientifiques



Enjeux

- ◆ Perspectives européennes et internationales : Astronet ; Cosmic Vision ; Decadal Surveys américains
- ◆ Peu d'évolution des grands thèmes depuis Biarritz, mais changement de la façon de les aborder
- ◆ Avec matière noire et énergie noire, l'astronomie interpelle la physique
- ◆ Nécessité d'une stratégie couplant sol et spatial
 - ◆ Multi-longueur d'onde / multi-messenger
 - ◆ Grands relevés / observations de suivi
 - ◆ Exploration in situ / observations à distance
 - ◆ Expérimentation sol et spatiale
- ◆ Poids du spatial important en sciences de l'Univers
 - ◆ La moitié des publications « françaises » 2012-2013 présentent des résultats observationnels nouveaux
 - ◆ Près de 2/3 de ceux-ci sont majoritairement issus des données spatiales

Un univers presque parfait

- ◆ Planck a dominé le paysage mondial de l'astrophysique en 2013 par les citations
 - ◆ Précision inégalée sur les paramètres cosmologiques ; certains diffèrent sensiblement des estimations précédentes
 - ◆ Ingrédients : baryons (5%), matière noire (26%), énergie noire (69%)
 - ◆ De petits écarts au modèle sur les grandes échelles qui restent encore à expliquer.
- ◆ Rôle majeur des équipes françaises : responsabilité du plus important des deux instruments et du traitement des données
- ◆ Euclid (mission M2 de l'ESA, 2020) : énergie noire (accélération de l'expansion de l'Univers) et matière noire ; PI en France
- ◆ Et ensuite ?
 - ◆ L'inflation, phase de croissance exponentielle de l'Univers.
 - ◆ La sortie des âges sombres : les premières étoiles, les premières galaxies

Mars

- ◆ Concentration des efforts en planétologie, priorité en Europe et aux Etats Unis
- ◆ Ce qui était connu
 - ◆ L'atmosphère de Mars a été autrefois dense
 - ◆ Il y a eu de l'eau liquide en surface (Mars Express)
 - ▷ Mars a sans doute rempli les conditions pour être habitable
- ◆ Un des apports de Curiosity
 - ◆ Mars a été habitable : présence passée d'eau peu salée, à pH neutre, favorable à la chimie prébiotique ou biotique
- ◆ Et ensuite ?
 - ◆ Rechercher des molécules prébiotiques et biotiques à la (sub)surface de Mars, par analyse in situ puis par retour d'échantillons
 - ◆ Comprendre l'évolution du climat martien, en lien avec l'évolution du climat terrestre
 - ◆ Comprendre l'évolution géologique de Mars, en particulier de la planète primitive

Les exoplanètes

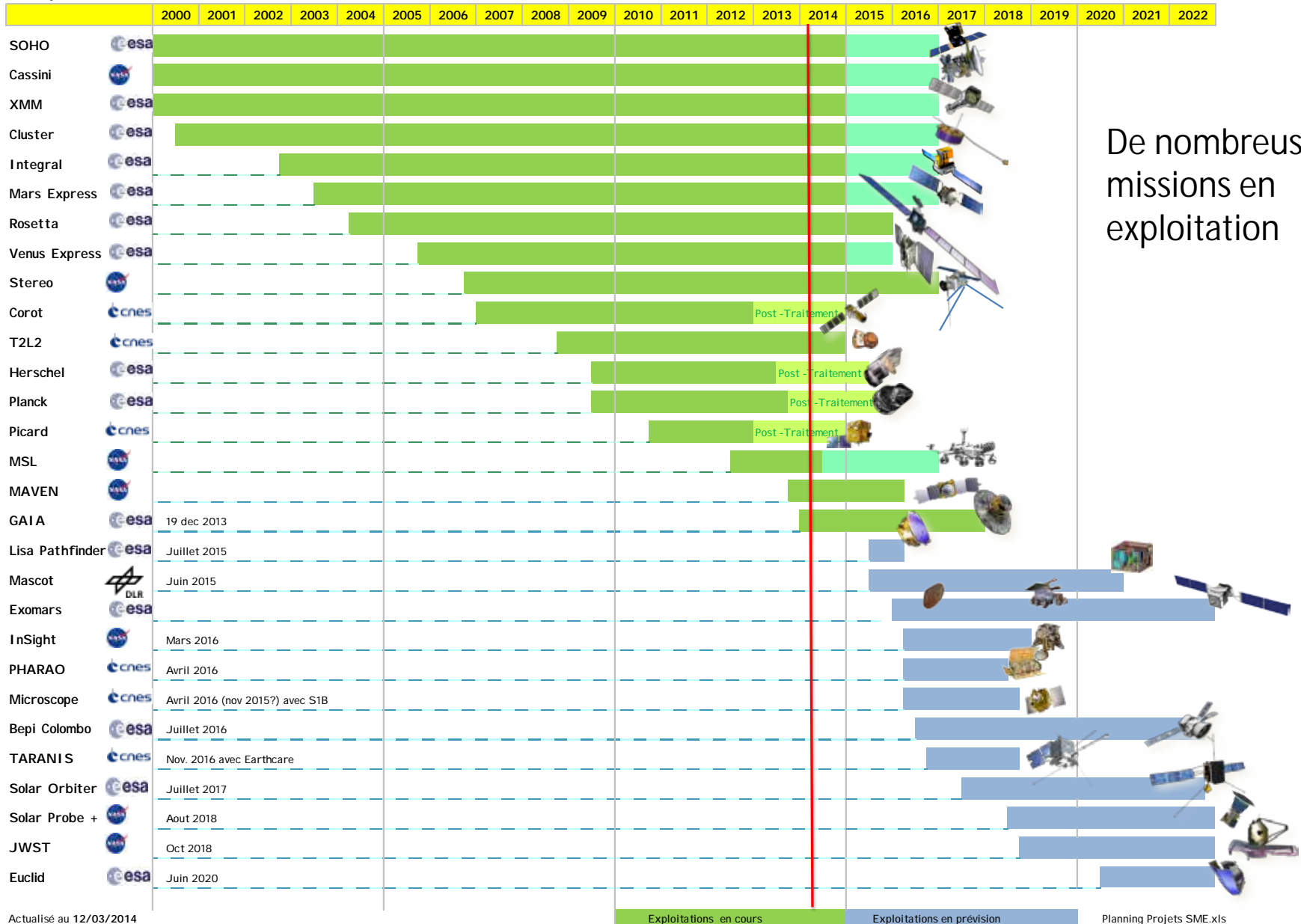
- ◆ Interface astrophysique, planétologie, exobiologie, et atmosphère(s)
- ◆ Evolution des enjeux
 - ◆ Découverte (première exoplanète : 1995, première exoplanète tellurique CoRoT 7b : 2009)
 - ◆ Exploration et recensement
 - ◆ Caractérisation
- ◆ Mobilisation de télescopes au sol et dans l'espace
 - ◆ Missions dédiées (CoRoT, Kepler, Cheops, Plato, Tess, caractérisation ?)
 - ◆ Télescopes au sol de classe 2-4m, 8-10 m (VLT) et 40m (ELT)
 - ◆ Télescopes spatiaux (HST, Spitzer, JWST)
- ◆ Impact fort sur la formation et l'évolution du système solaire
- ◆ A long terme, habitabilité et émergence de la vie. Deux planètes et peut-être trois sont ou ont été habitables dans le système solaire ; combien ailleurs ? Sont elles « habitées » ?



Evolution du contexte

- ◆ Paysage programmatique de l'ESA clair : la prochaine échéance est l'AO M4 cette année, pour un lancement en 2026; lancements L2 (the hot and energetic universe) et L3 (the gravitational universe) en 2028 et 2034, M5 en 2026+
- ◆ Aux Etats-Unis : 3 Decadal Surveys réalisés récemment dans le périmètre CERES
- ◆ En France : investissements d'avenir (IDEX, LABEX, EQUIPEX); renforcement du rôle des universités et structuration du CNRS en instituts.
- ◆ La plupart des laboratoires INSU/AA ont des activités financées par le CNES
- ◆ Implication croissante des laboratoires INSU/ST, IN2P3 et INP
- ◆ Fortes tensions sur les ressources labos, notamment en RH, et plus récemment sur le budget science du CNES

Principales missions SCIENCE de l'UNIVERS en cours



De nombreuses missions en exploitation

Programme obligatoire de l'ESA

Planck
Herschel

GAIA

XMM
Integral
HST
Soho
Cluster
Cassini
Mars Express
Venus Express
Rosetta

Lisa PF (2015)
Bepi Colombo (2016)
Solar Orbiter (2017)
JWST (2018)
Euclid (2020)
Juice (2022)
Plato (2024)
L2 (2028)
L3 (2034)

Missions nationales/bilatérales

T2L2
Picard
Corot

PILOT (ballon, 2015)
Pharao/ACES (2016)
Microscope (2016)
Taranis (2017)
SVOM (2020)

Opportunités stratégiques

Curiosity
Insight/SEIS (2016)

Contributions d'opportunité

Plusieurs projets

Programme exploration de l'ESA

ExoMars

Expose

R&T

Construction

Exploitation

Post-exploitation

Décision post-Biarritz

Les priorités de Biarritz



- ◆ Astronomie
 - ◆ Etude de l'énergie noire (CV/multilatéral) => **EUCLID (M2)**
 - ◆ Simbol X
- ◆ Système solaire
 - ◆ **Bepi Colombo** (H2000+), **ExoMars** (ESA)
 - ◆ EJSM => **JUICE (L1)**, Marco Polo (CV)
 - ◆ Réseau sismique lunaire (multilatéral) => **INSIGHT/SEIS**
- ◆ Soleil, Héliosphère, Magnétosphères
 - ◆ **Bepi Colombo** (ESA), **Solar Orbiter** (M1)
 - ◆ **Taranis** (Microsat)
 - ◆ SMESE (Microsat)
- ◆ Physique Fondamentale
 - ◆ **LISA (L3)**, GAP/EJSM (CV)
- ◆ Exobiologie
 - ◆ **ExoMars**, **Exposition ISS** (ESA)
 - ◆ EJSM => **JUICE**, Marco Polo, **Plato (M3)**

En plus: **Curiosity, Phobos Grunt, Maven, Hayabusa2, Solar Probe + Euso Ballon, Fireball2**



Nombreux retards, indépendamment du statut (décidées ou pas), de l'agence responsable (CNES, ESA, NASA ...), souvent importants (4 ans et plus en 5 ans...) pour des raisons diverses

- ∅ Un état de fait qu'il convient de prendre en compte à défaut de pouvoir corriger (solidité du cas scientifique)

Un bilan très positif qui contraste avec la morosité du SPS de Biarritz, due notamment à l'annonce de l'abandon de Simbol X au moment du SPS. Le SPS a permis de dégager un petit nombre de priorités qui se sont traduites par un engagement fort du CNES sur des missions telles que Euclid et Insight

Il faut souhaiter que ce SPS s'avère aussi fructueux que celui de Biarritz, la communauté scientifique n'est pas en manque d'excellents projets !