Planck, un projet international avec de nombreux acteurs

J.M. LAMARRE, LERMA, Observatoire de Paris
« Instrument Scientist » de Planck-HFI

Photo réalisée à Bologne en novembre 2008 lors d'une réunion des membres de la collaboration Planck.

Plan

- Le projet scientifique de Planck en quelques mots
- Les acteurs : universités-recherche, agences spatiales, industrie
- La distribution des responsabilités et des métiers
- Une lecture chronologique sur deux décennies
- Conclusions

Extrait du livre de J.P. Luminet (Ed. du Seuil, 2004) : ***L'Invention du Big Bang***

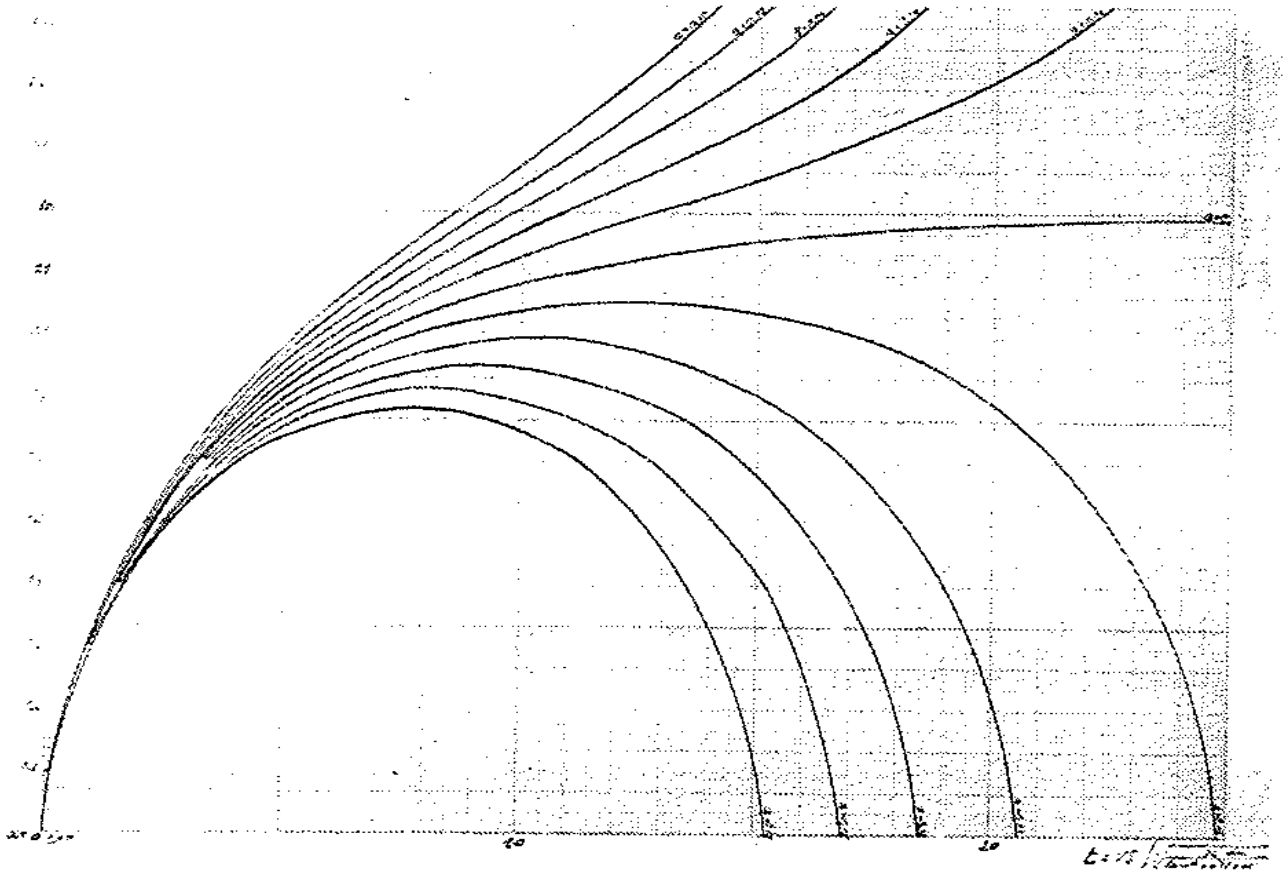


Figure 4 : graphique manuscrit de Lemaître. *Cet extraordinaire diagramme, réalisé par Lemaître en 1927 mais jamais publié, retrace les évolutions temporelles du rayon de l'Univers en fonction de la constante cosmologique (notée a), pour un espace de courbure positive. Tous les modèles commencent par une singularité en* $(x = 0, t = 0)$. *Pour une constante cosmologique suffisamment grande, l'Univers devient ouvert. Les données les plus récentes (2003) sont compatibles avec une solution de Lemaître à courbure positive et expansion accélérée (courbe du haut).*

Albert Einstein

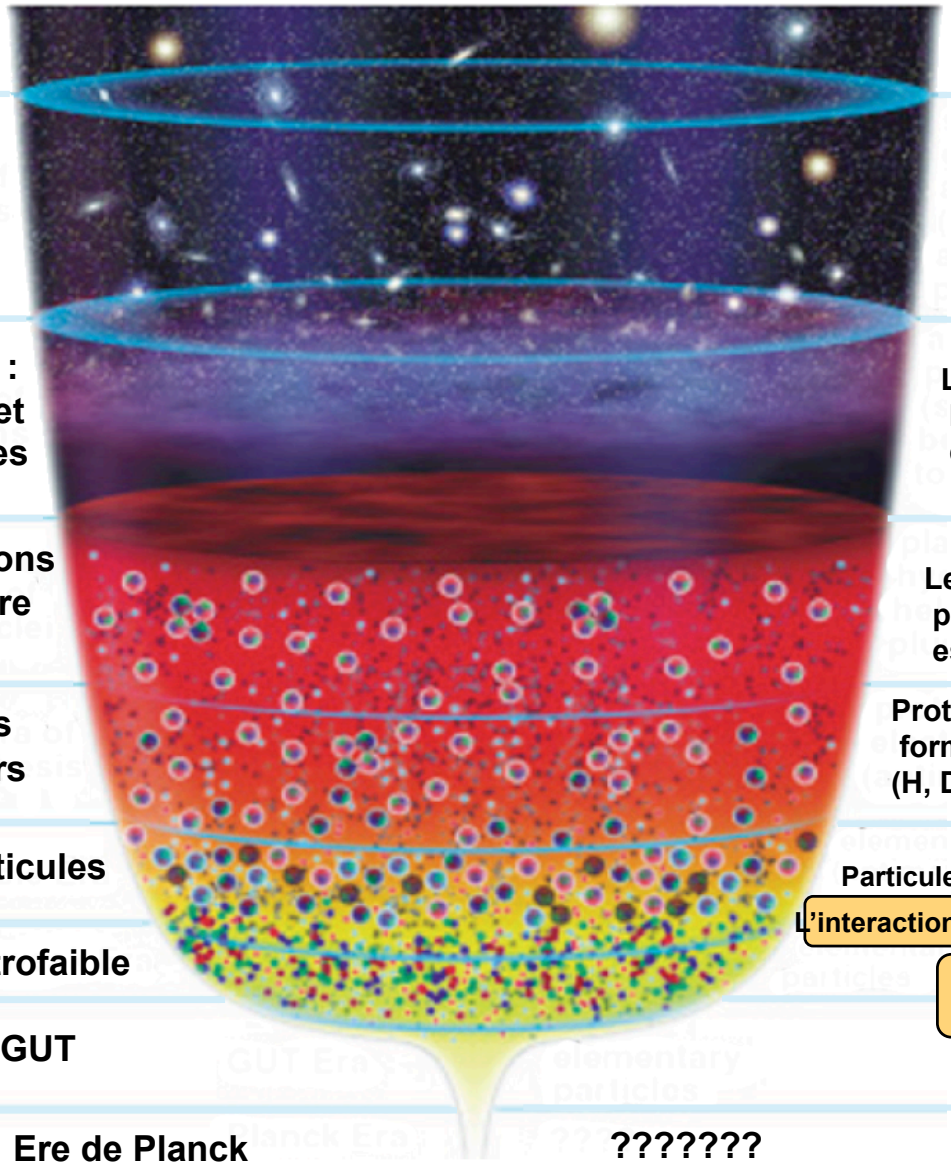
Alexander Friedmann

Georges Lemaitre

L'Univers en une image

Temps écoulé Depuis le Big Bang

Evènements Phénomènes physiques



Maintenant : 13,8 milliards d'années

Les hommes observent le cosmos

Ere des Grandes structures

Univers structuré (étoiles, galaxies, amas, super -amas) réunissant matière baryonique et matière noire

1 milliard d'années

Les premières galaxies se forment

Ere des atomes : Univers neutre et Premières étoiles

La lumière se propage librement, la matière commence à se structurer

400 000 ans

Dernière diffusion (émission du CMB)

Noyaux, photons et matière noire

Les ondes acoustiques se propagent, mais la lumière est piégée

3 minutes

Fin de la nucléosynthèse

Synthèse des Noyaux légers

Protons, neutrons, électrons forment les noyaux légers (H, D, T, He, 3He, Li, .Be)

1 milliseconde

Annihilation de l'antimatière

Ere des particules

Particules Elémentaires (matière et anti-matière)

0,1 ns

L'interaction faible et électromagnétique deviennent distinctes

Ere Electrofaible

10^{-38} seconde

L'interaction forte devient distincte, causant peut-être l'INFLATION

Ere de GUT

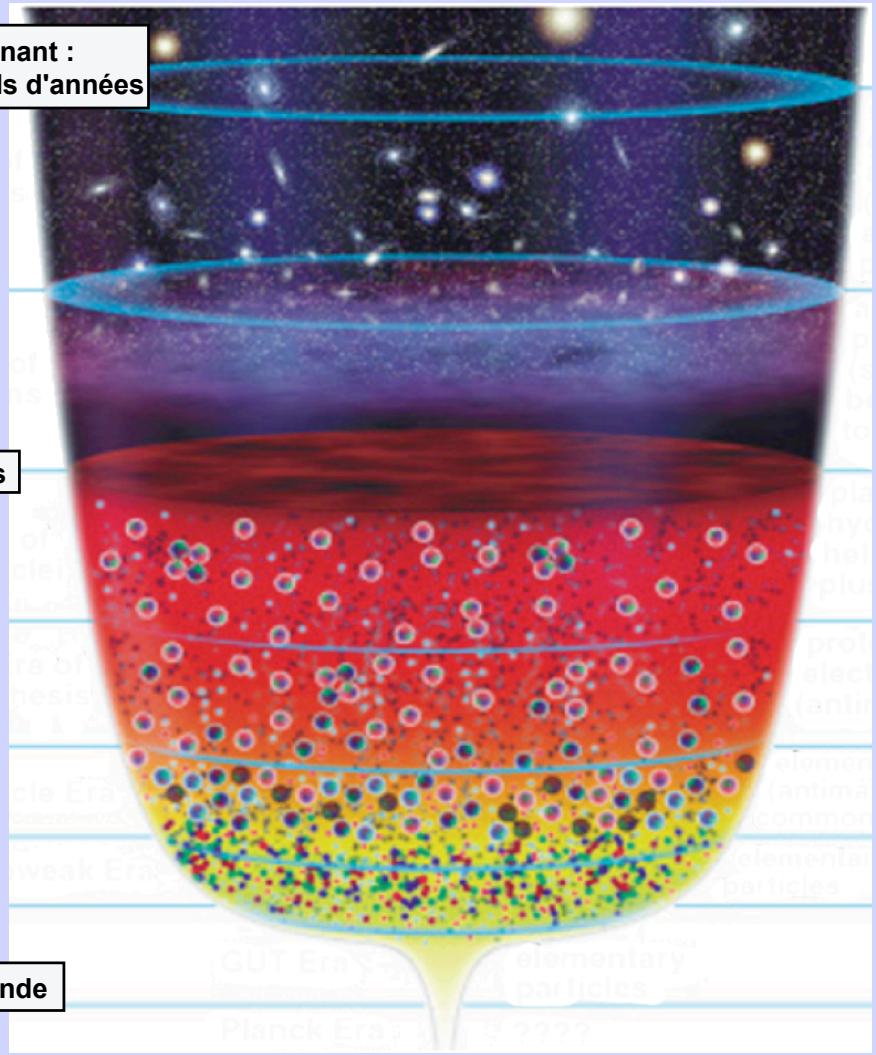
10^{-43} seconde

Ere de Planck

???????

Planche inspirée d'une illustration de Shirley Ho

Planck a pour objectif de mesurer avec précision tout le ciel entre 0,3 mm et 3 cm de longueurs d'onde avec comme objectifs :



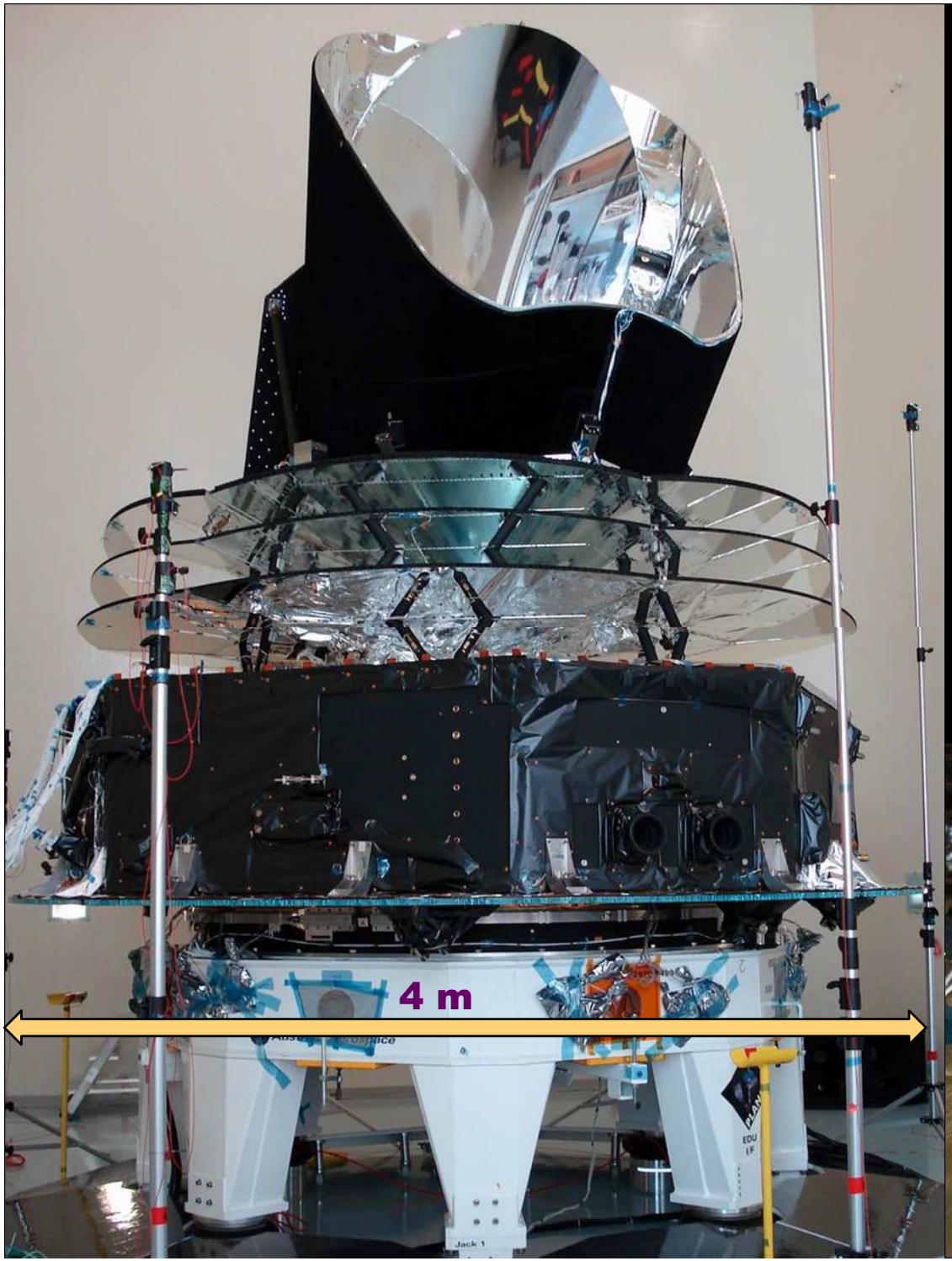
ASTROPHYSIQUE

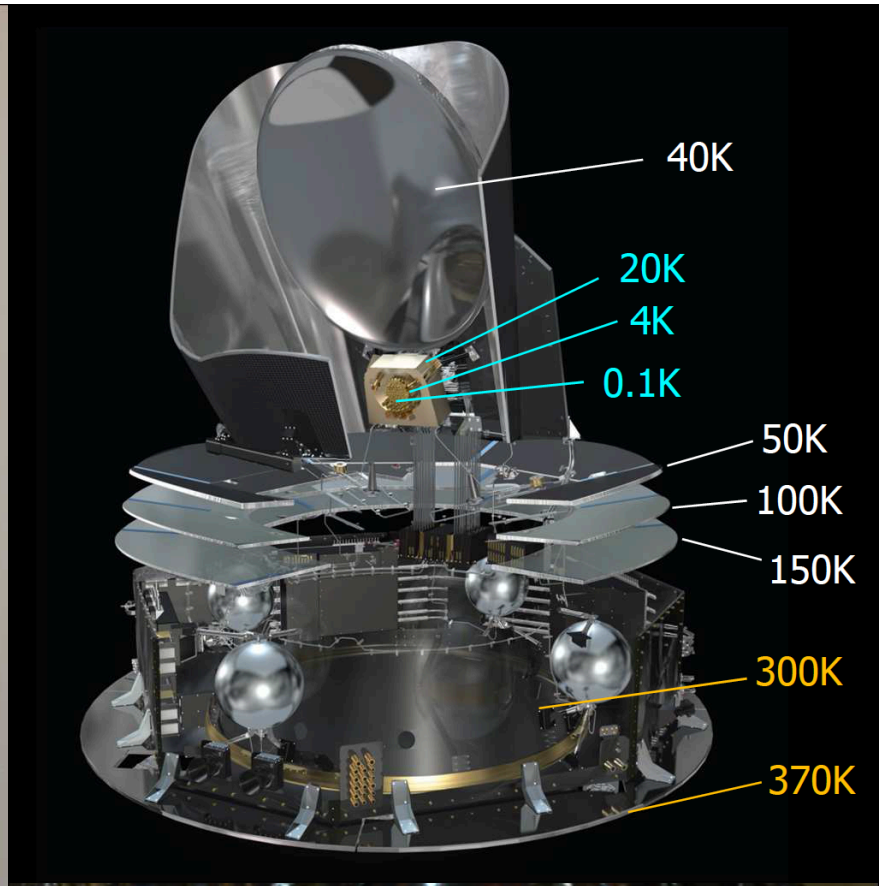
Univers structuré : nuages interstellaires de notre galaxie, galaxies, amas de galaxies, etc...

PHYSIQUE FONDAMENTALE
Cosmologie
Physique fondamentale

Histoire de l'Univers
Géométrie de l'Univers
Contenu (matière et énergie)
Physique des grandes échelles
Physique des particules
Histoire des premiers moments

L'ultime laboratoire des physiciens : l'Univers lui-même


4 m


40K
20K
4K
0.1K
50K
100K
150K
300K
370K

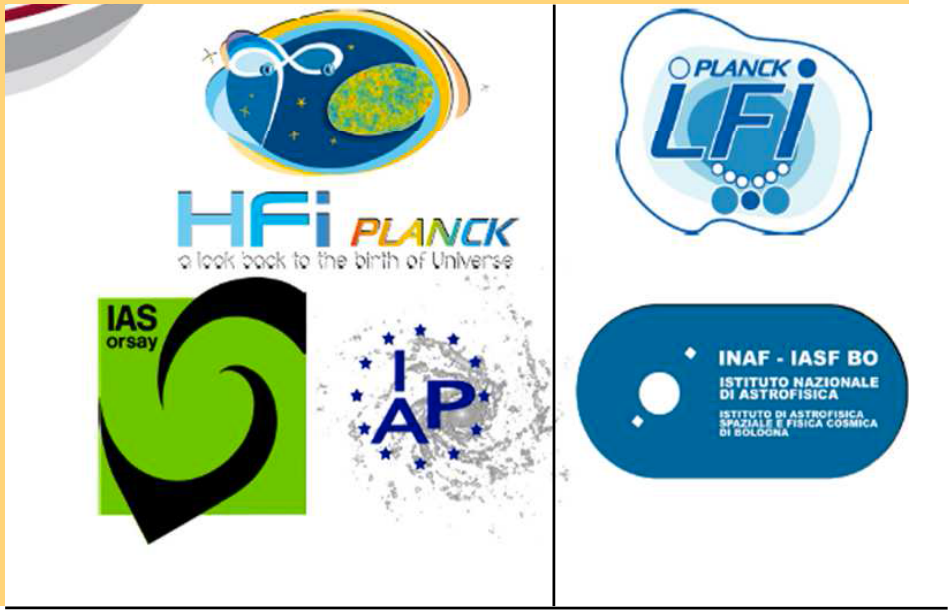
The scientific results that we present today are a product of the Planck Collaboration, including individuals from more than 100 scientific institutes in Europe, the USA and Canada

Planck is a project of the European Space Agency, with instruments provided by two scientific Consortia funded by ESA member states (in particular the lead countries: France and Italy) with contributions from NASA (USA), and telescope reflectors provided in a collaboration between ESA and a scientific Consortium led and funded by Denmark.

Les consortia autour des instruments

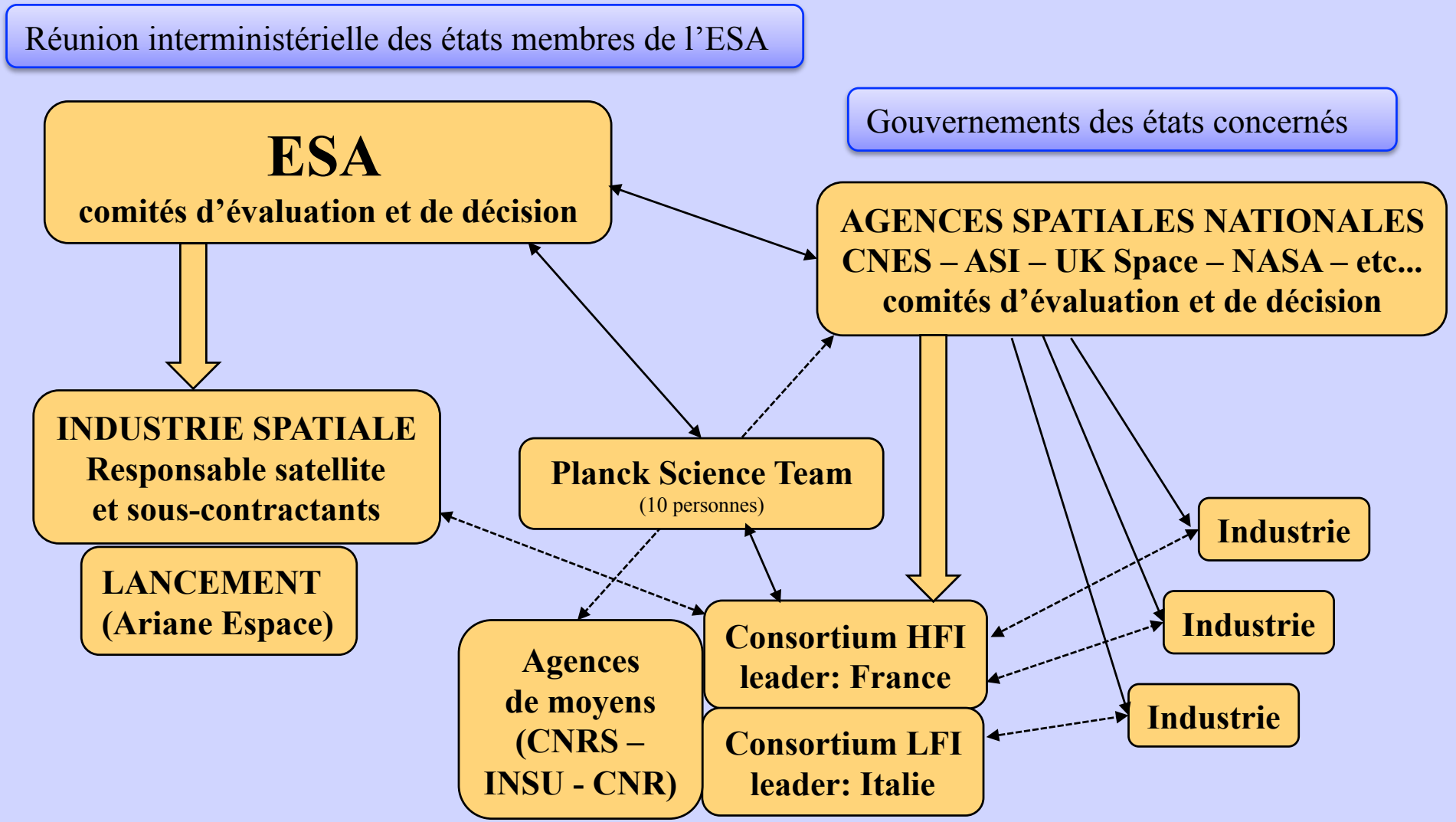
Compétences scientifiques
et instrumentales
Universités et assimilés
590 personnes (hors IT) dans
plus de 100 instituts

Instituts Leaders



esa
planck
cnes
agenzia spaziale italiana
NASA
cnrs
DTU Space
National Space Institute
INAF ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
Science & Technology Facilities Council
CSIC
National Research Council of Italy
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
CSA ASC
DLR
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
UK SPACE AGENCY
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT
HFI PLANCK
a look back to the birth of Universe
PLANCK LFI
IAS orsay
IAP
INAF - IASF BO
ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
ISTITUTO DI ASTROFISICA SPAZIALE E FISICA COSMICA DI BOLOGNA
ioa
UNIVERSITY OF CAMBRIDGE
CARDIFF UNIVERSITY
irfu
saclay
CEFCA
irap
CITA-ICAT
IASF
INSU
IN2P3
ipac
HELSINKI INSTITUTE OF PHYSICS
Imperial College London
NÉEL Institut
IPAG
ISDC
JPL
LAL
LPSC
NERSC
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
MANCHESTER
MilliLab
Rutherford Appleton Laboratory
NUI MAYNOOTH
INAF OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI PADOVA
SAPIENZA
UBC
UC
UCSB
SISSA
ASDC
US
HARVARD
esa
UNIVERSITÉ DE GENÈVE
UNIVERSITY OF TORONTO
UNIVERSITÉ DE PARIS-SUD XI

Un réseau d'institutions hiérarchisées ou non



Compétences et responsabilités

- COMPETENCE SCIENTIFIQUE
- Astrophysique
- Physique fondamentale
- Traiter les données, interpréter et communiquer

- INSTRUMENTATION
- Management technique
- Spécification et architecture des instruments et du satellite
- Cryogénie
- Détection sub-mm et mm
- Thermique / mécanique / Electronique
- Optique – propagation du rayonnement
- Intégration / calibration d'instruments spatiaux
- Acquérir et traiter les données à bord
- Traiter les données au sol

- MANAGEMENT
- Constituer et manager un projet spatial international
  - Ingénierie diplomatique et financière (Agences)
- Constituer des consortia scientifiques et techniques internationaux (labos)

- COMPÉTENCES DU SPATIAL et INDUSTRIELLES
- Concevoir et construire un satellite (A la chaine ou presque)
- Lancer et faire fonctionner un satellite

- RESPONSABILITÉ SCIENTIFIQUE
- Leadership des labos universitaires
- communication grand public (agences, labos)

- INSTRUMENTATION
- Les labos sont leaders pour la spécification, la définition et la construction des instruments (Compréhension de la mesure, Technologies très spécifiques).
- Les spécialités doivent exister dans les universités, dans les agences spatiales et dans l'industrie, et souvent un mix des trois. Exemples :
- *Cryogénie 0,1K dans l'espace (Air Liquide adossé à NÉEL)*
- *Optique physique et antennes, calculs, réalisation, tests : Thales alenia space, ESA, labos*
- *Pointage, attitude reconstruction (ESA)*
- *Interférences électro-magnétiques (CNES)*

- MANAGEMENT
- Leadership de l'ESA
- Compétences nécessaires dans les labos
- Rôle majeur du chef de projet (ingénieur)

- COMPÉTENCES DU SPATIAL
- Concevoir et construire un satellite (Thalès Alenia Space)
- Lancer et faire fonctionner un satellite (Ariane espace, ESA)

Travailleurs scientifiques

- Instrumentation
- Observation
- Confrontation Modèles/mesure
- Simulations numériques massives
- Mathématiciens – méthodes statistiques
- Théoriciens de tous poils, y compris les “crayon-papier“

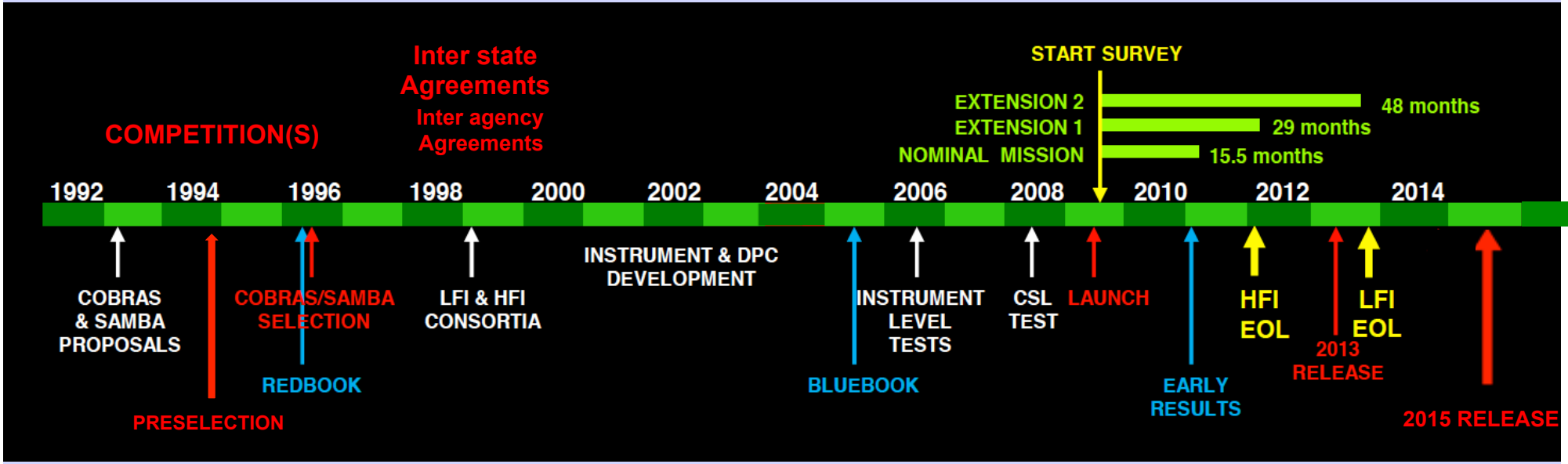
- Tous les statuts sont présents à tous niveaux.

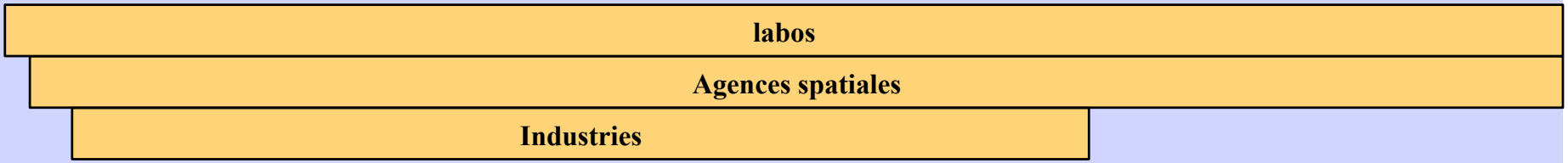
- Il y a 590 chercheurs effectifs sur la base de données ESA
- Le nombre d’ingénieurs et techniciens n’est pas documenté correctement. Mon estimation personnelle est que le nombre total d’intervenants est compris entre 1200 et 1800 personnes.

Y a-t-il un collectif de travail ?

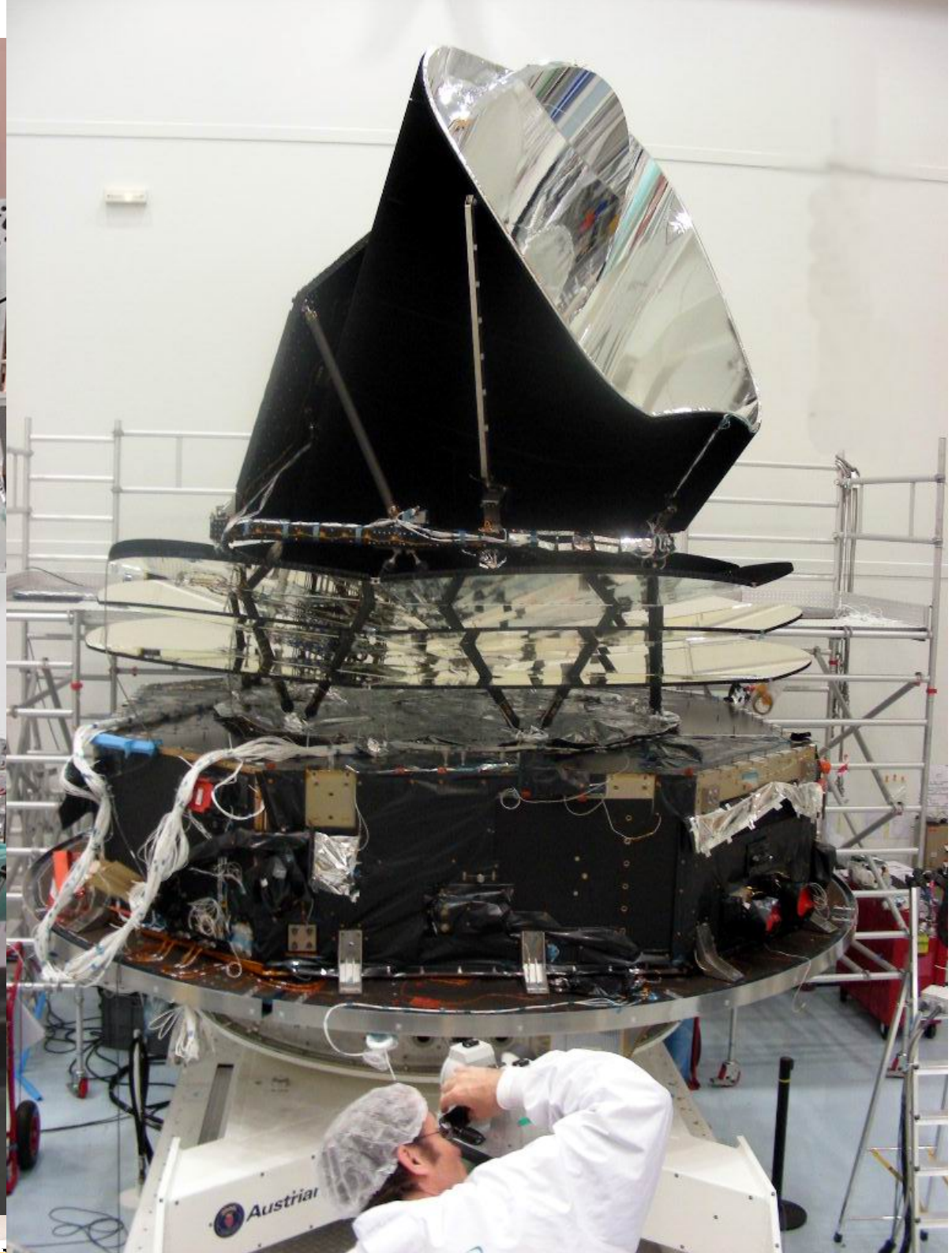
- Il y a clairement des collectifs de travail avec des objectifs ou des objets bien définis. Les compétences sont partagées et les options sont discutées de façon contradictoire et collaborative.
- Dans ces collectifs se côtoient souvent chercheurs et ingénieurs.
- Le caractère ouvert et pragmatique de ce travail a aidé à résoudre des problèmes ardus.
- Il est difficile de distinguer ou de hiérarchiser les tâches, si ce n'est le caractère dominant du travail autour de l'objectif scientifique. Dans quasi totalité des cas, cela décide in fine du sort de chaque activité.

Chronologie : ½ vie de chercheur





Le coût total consolidé officiel : 600 M€
(y compris lancement, opérations, industrie, salaires, etc...)
en France, les contributions des universités+CNRS et du CNES sont comparables


Austrian

esa
ariane

The 2015 Planck view of the sky

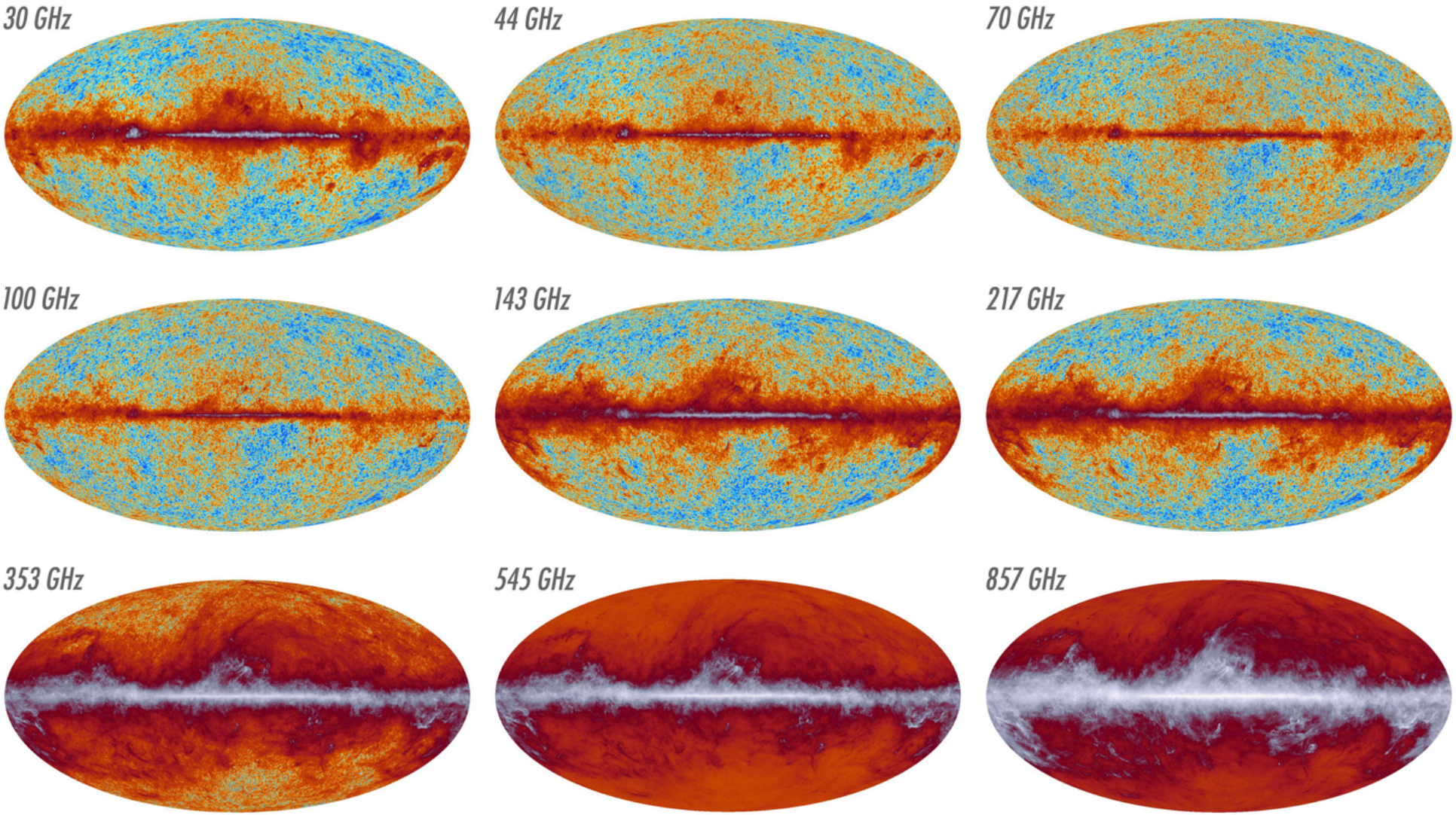
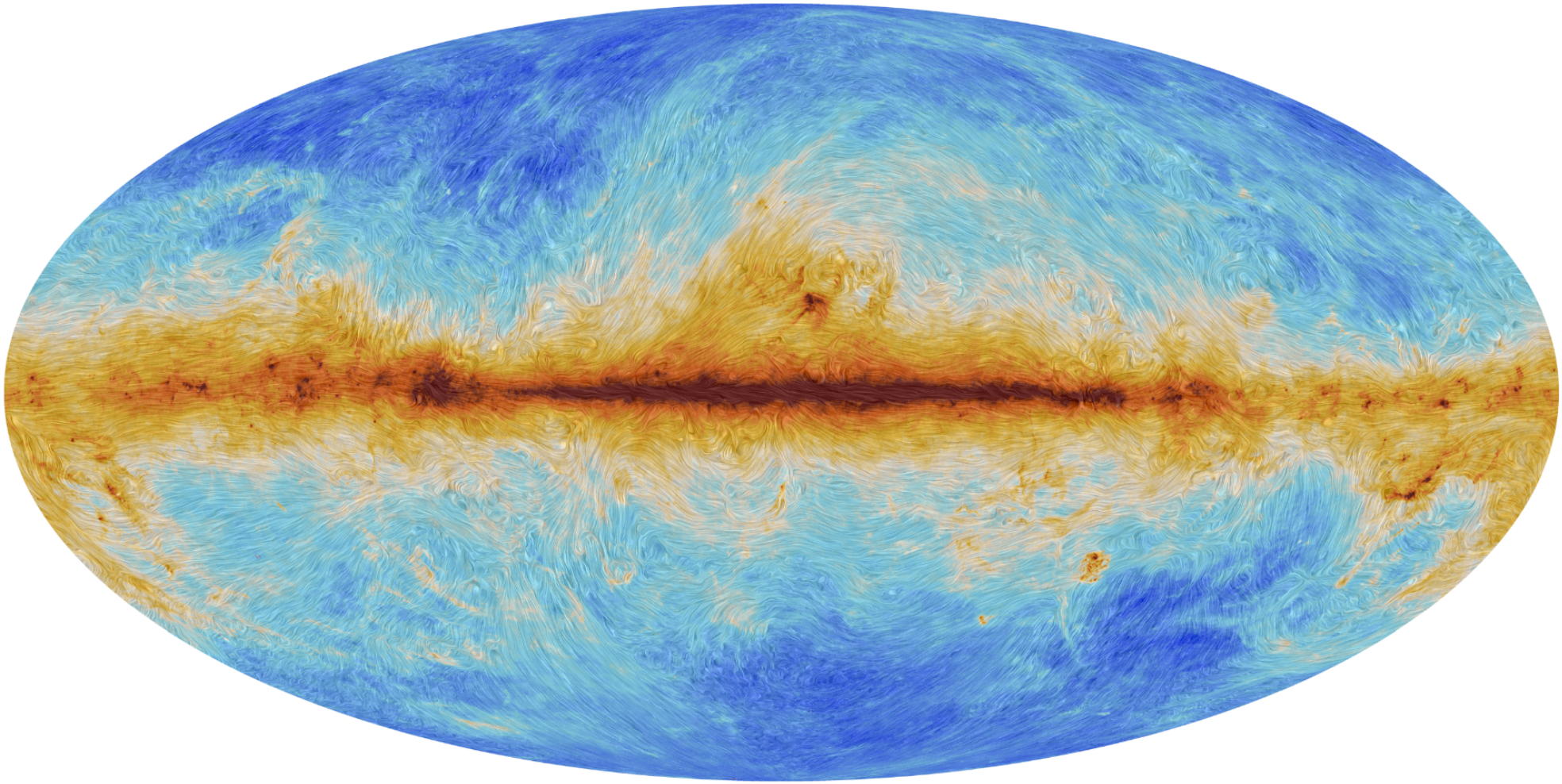


Image polarisée de notre galaxie



jml - CT - 5 JULY 2010

Traitement des données

- Gros volumes de données très redondantes (et contaminées)
- Un cycle de traitement prend des semaines voire des mois.
  Nous en sommes à la version V64 du traitement sur HFI
- Un effort majeur de simulation est nécessaire pour caractériser la qualité statistique des données.
- Calculateur MAGIC 3 à l'Institut d'Astrophysique de Paris, mais autres également, comme le NERSC.

Publications

- Les publications sont « coordonnées » et évaluées en interne avant soumission.
  - L'Editorial Board coordonne les publications sous la supervision du "Planck Science Team"
  - Chaque article est écrit par une équipe avec un responsable
  - Pour chaque article, des lecteurs compétents sont coordonnés par un rapporteur
  - Un éditeur anglophone révise la langue et le style
  - L'article n'est soumis qu'après accord du Planck Science Team
- Il y a 188 publications "Planck" signées par ordre alphabétique en moyenne par 250 auteurs. Des ingénieurs sont signataires de certains articles.
- Une grande variété de résultats dont certains sont majeurs. Plus de 12000 citations au total à ce jour

- *Cette politique d'édition n'est possible que grâce à la taille de la collaboration Planck et à un important travail collectif.*

Conclusions

- Le projet de recherche de Planck a dirigé son existence
- Une structure complexe et évolutive a permis sa réalisation, mais je parlerais de plusieurs collectifs de travail plutôt que d'un seul
- Les métiers de management sont essentiels
- Presque tous les intervenants pourraient être qualifiés de travailleurs scientifiques, mais les responsabilités restent bien séparées, même si les compétences se recoupent.
- Les travailleurs autres que chercheurs restent assez peu visibles (ils sont difficiles à compter !)
- Il y a une grande diversité internationale des pratiques de division du travail scientifique et des solutions apportées.

Merci de votre attention

Photo réalisée à Bologne en novembre 2008 lors d'une réunion des membres de la collaboration Planck.