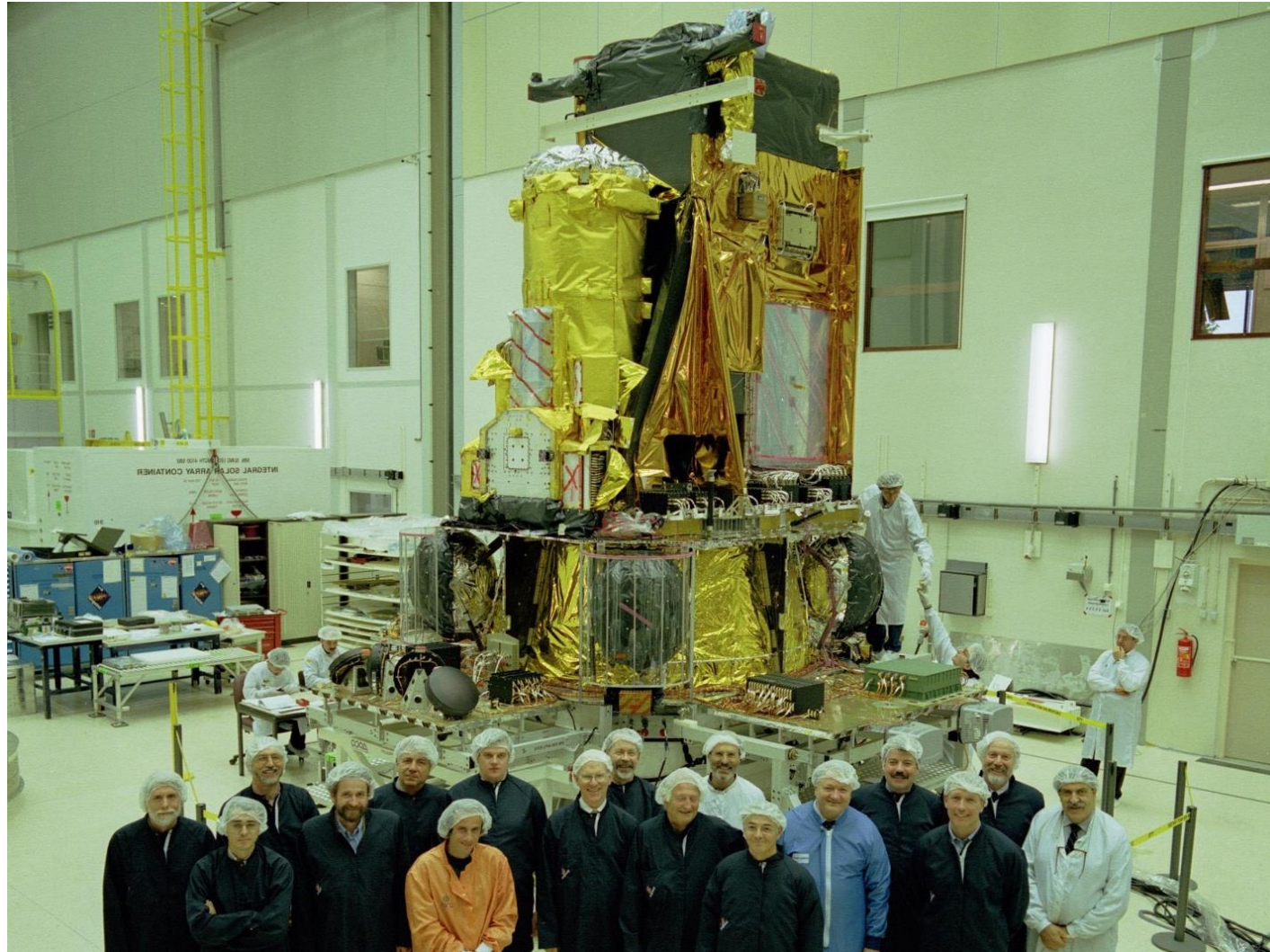


Ecole interdisciplinaire sur la Recherche et les  
Métiers du Spatial

[space-school.sciencesconf.org](http://space-school.sciencesconf.org)



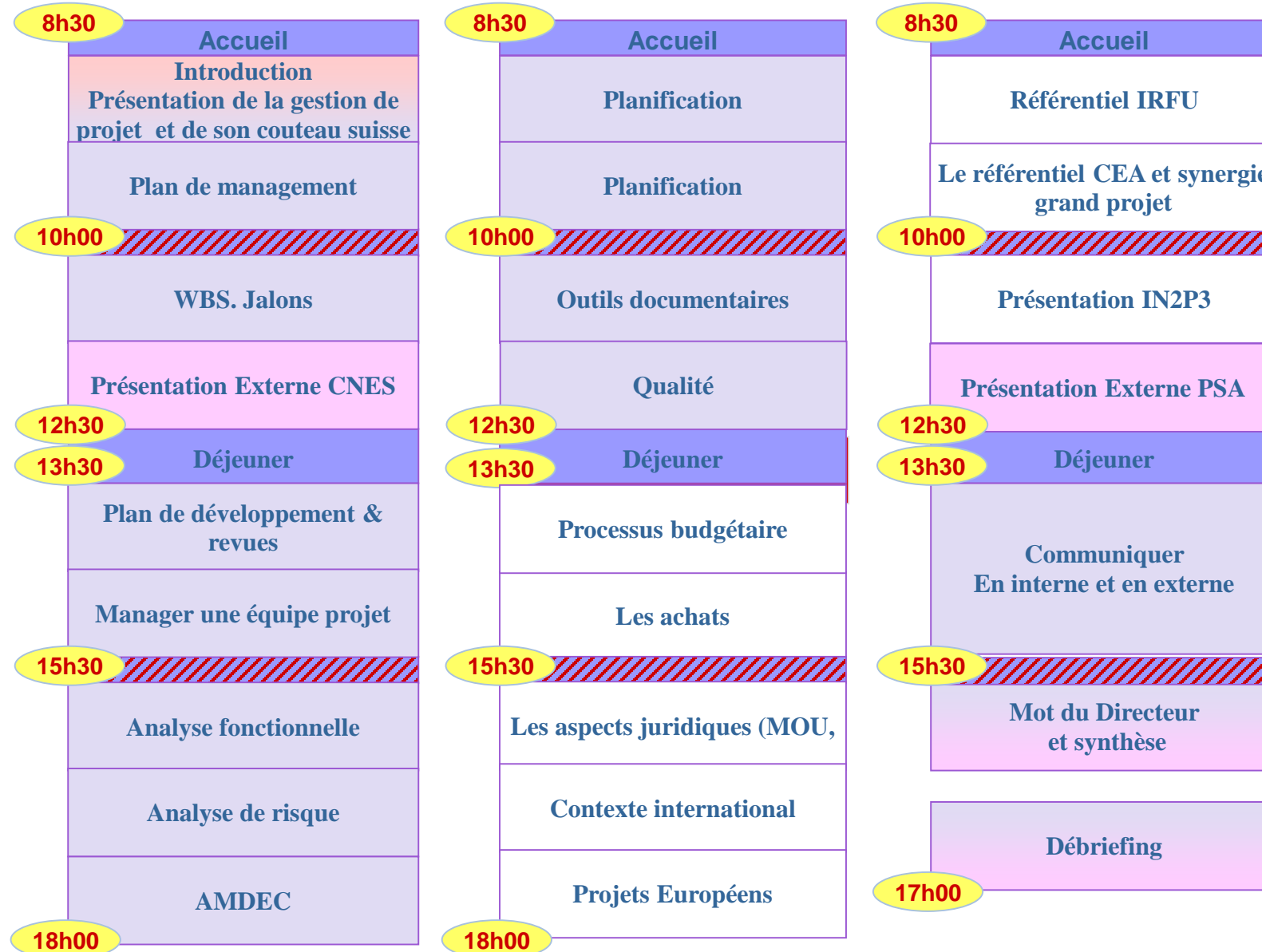
Michel TALVARD

CEA/Irfu/DAP – Laboratoire AIM

la performance  
par le **management** de **projet**

Nombreuses formations  
à la gestion de projets



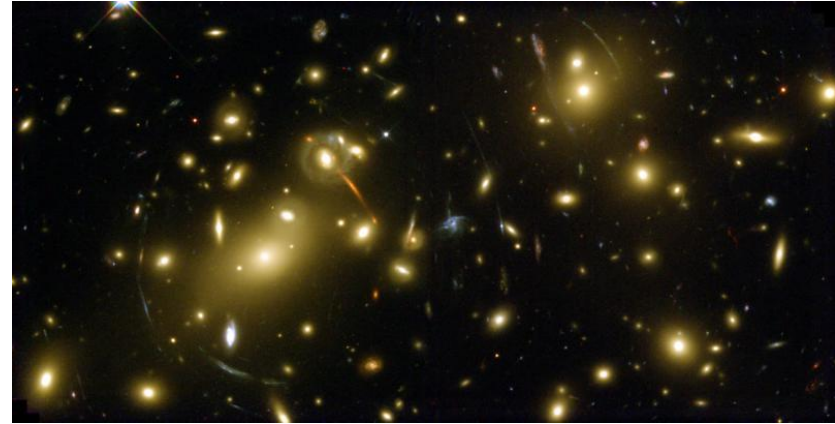




**Fusée**



**satellite**



**instruments**



**segment sol**



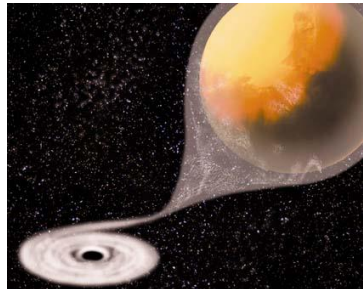
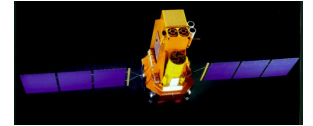
La 1<sup>ère</sup> semaine aborde les missions, l'environnement spatial, les principaux types de charge utile et leurs techniques

La 2<sup>ème</sup> semaine traite des techniques et technologies utilisées dans les plateformes et des méthodes relatives au développement des véhicules spatiaux.

# Genèse d'un projet spatial (A&A)



Appel d'offres



Laboratoires



Industriels



Endossement  
de responsabilité

Responsable  
Scientifique  
(PI)

Chef de  
Projet

**Chrono ESA**

ESA/Science

Groupe AWG

SSAC



DG ESA

SPC



ESA/Projets

Appel à Idées 2004 (ex Euclid)  
Cadre Cosmic Vision 2015 - 2025

Appel à missions S, M, L  
(typiquement 3 en compét. phase A)

Sélection

Adoption  
Démarrage phases B, C, D, E

**Chrono CNES**

Groupes thématiques

CERES (SU)  
TOSCA (OT)



DG CNES

CPS

Projets du programme obligatoire ESA

Actions bilatérales



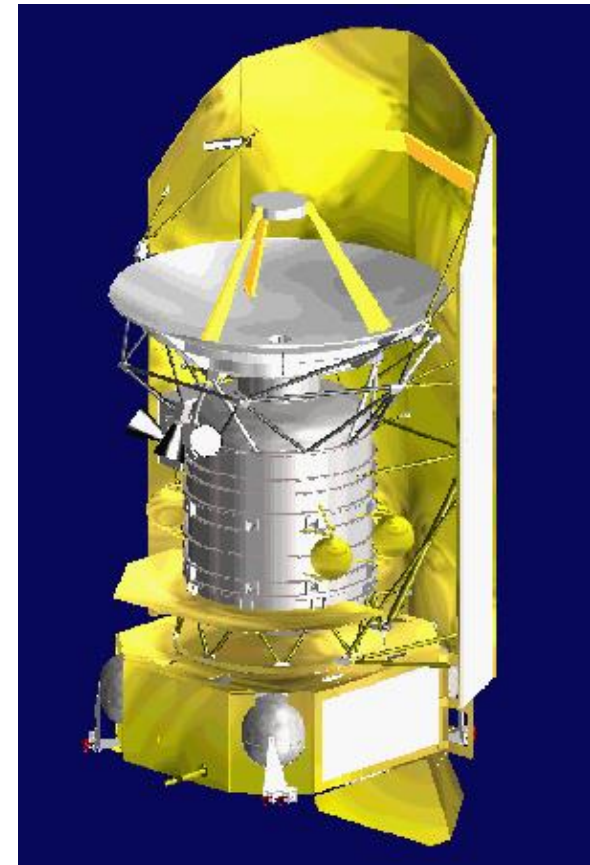
## Activités/Responsabilités des acteurs du projet

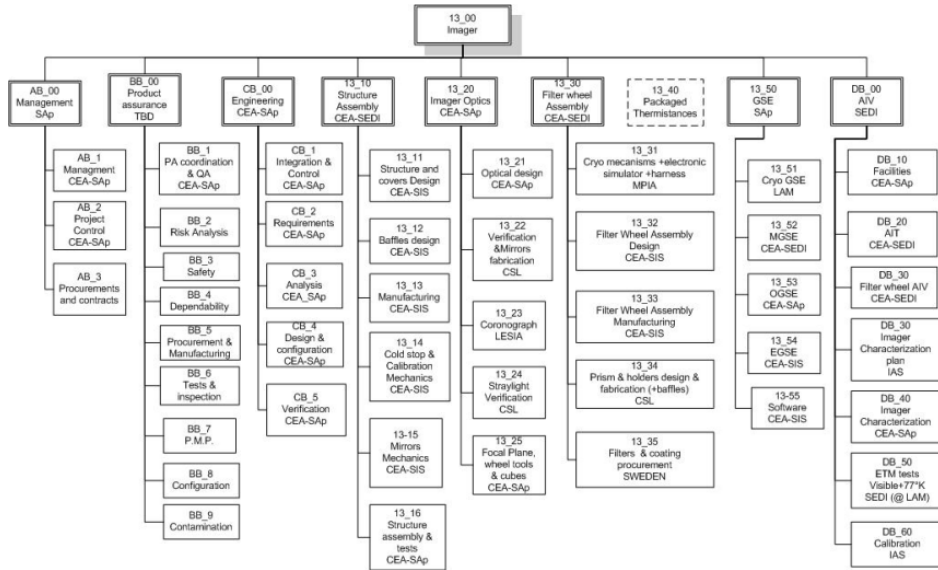
### Le Responsable Scientifique (PI, Principal Investigator)

- ➔ Porte l'enjeu scientifique de la mission, est le garant de l'atteinte des objectifs (auprès de l'ESA, du consortium de laboratoires, des équipes projet)
- ➔ Est légitime dans son domaine d'expertise (résultats de mesures, de calculs, de simulations)
- ➔ Réoriente les choix projets ou renégocie les objectifs scientifiques le cas échéant
- ➔ Participe à la préparation des opérations en vol
- ➔ Négocie l'accès aux données pour optimiser le retour scientifique
- ➔ Est sous les feux de la rampe médiatique

## Les bases de l'activité spatiale

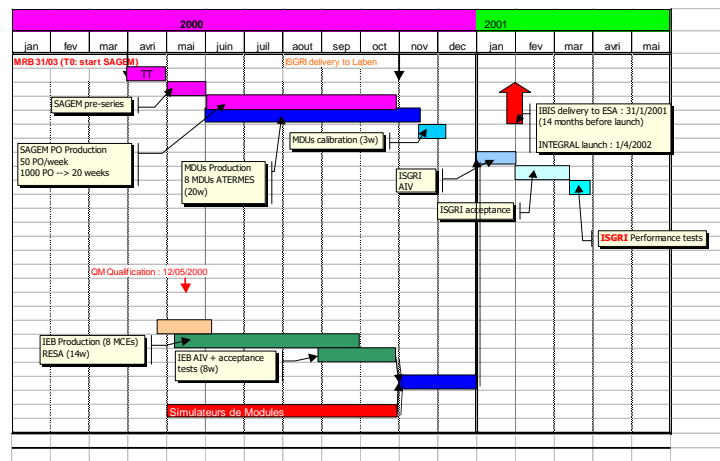
- Organisation très structurée pour répondre à des besoins : résultats, coûts, délais.
- Méthodes d'analyse-système et approche top-down.
- Mise en place d'un système d'analyse des risques et d'assurance-produit pour assurer la fiabilité des opérations malgré les contraintes du spatial.





## • Organisation formelle

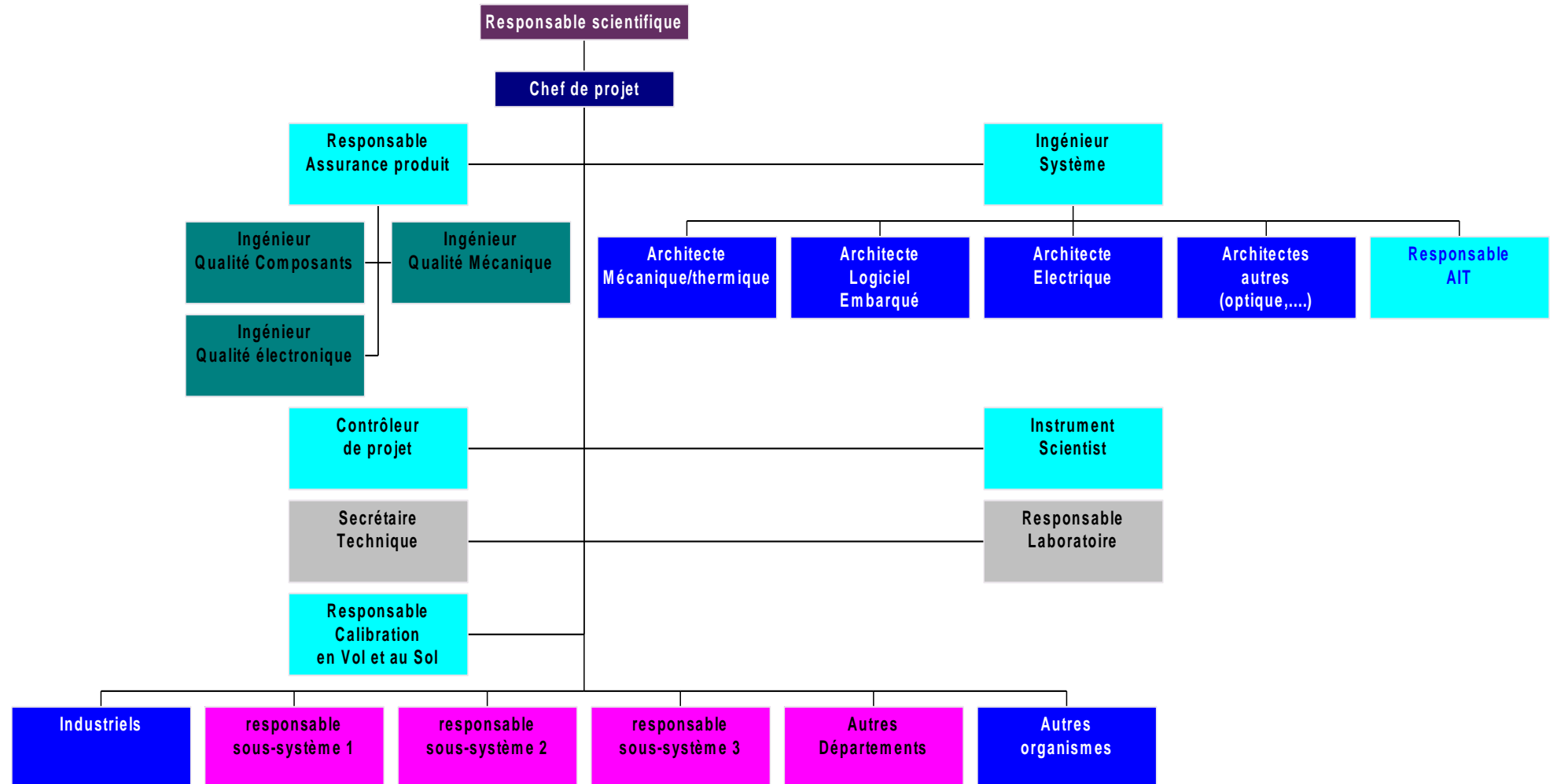
- Contrat de projets
- Comité Directeur Inter-Organismes
- Groupe de Direction du Projet
- Revues diverses de projet (techniques & organisationnelles)
- Audits



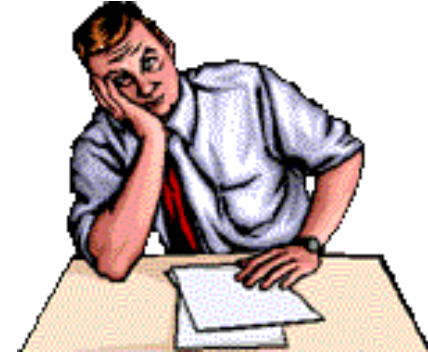
## • Phasage des projets & Revues Officielles

- Etude : 0
- Faisabilité : A
- Design détaillé : B
- Réalisation : C/D
- Exploitation : E

## Organigramme typique d'un projet spatial

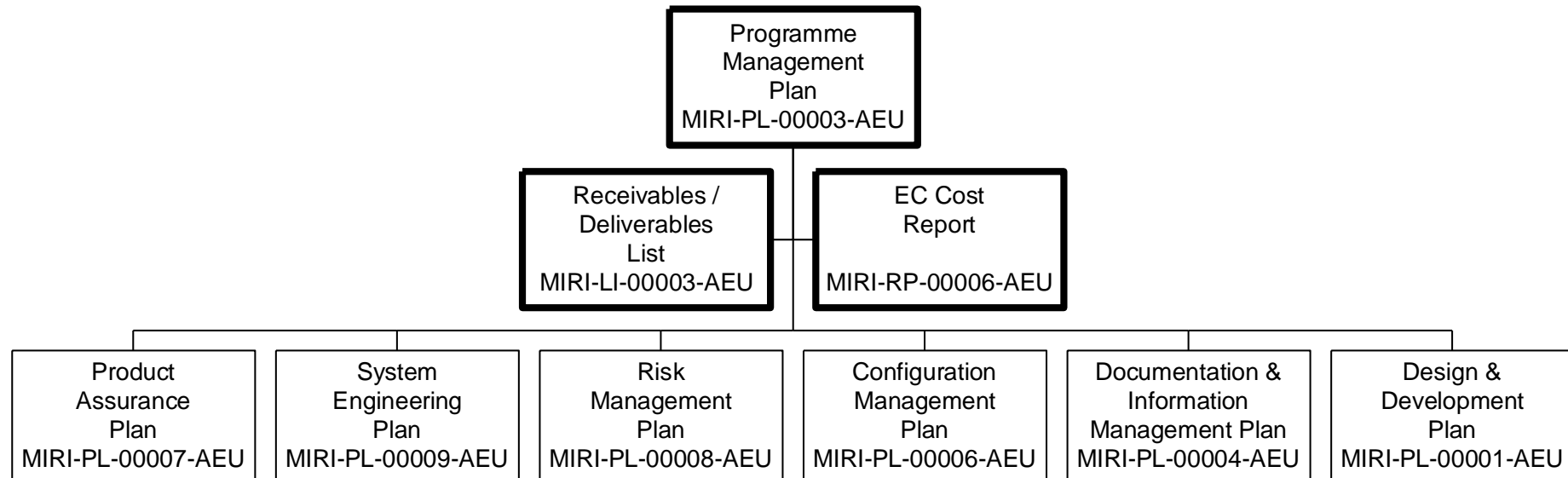


## Le chef de projet (PM, Project Manager)



- ➔ Organise le projet
  - organigramme des responsabilités
  - préparation de l'arbre produit
  - plan de développement
- ➔ Participe à la direction (arbitrage et choix finaux, participation aux consortium meetings et comités directeur supervisant le projet).
- ➔ Assure la gestion des ressources humaines & financières (aspects contractuels et commerciaux).
- ➔ Motive l'équipe et anime l'état d'esprit du projet

## Plan de Management - Définition des responsabilités



# Partage des Responsabilités

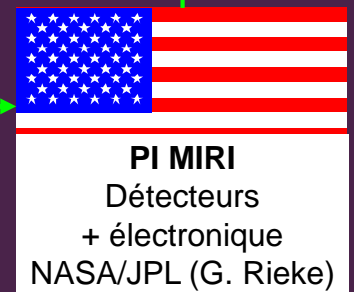
Industrial Management

  
EPI = UK  
Gillian Wright

  
DéTECTEURS

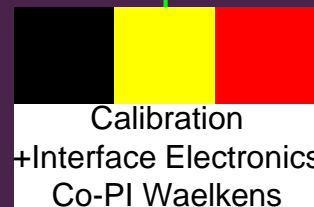


  
NASA  
PI de la mission

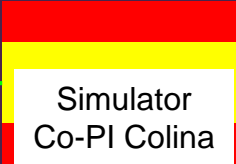
  
PI MIRI  
DéTECTEURS  
+ électronique  
NASA/JPL (G. Rieke)

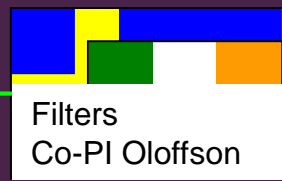
AIV  
(UK)

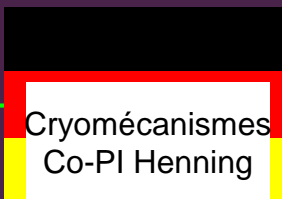
  
I/F ISIM

  
Calibration  
+Interface Electronics  
Co-PI Waelkens

  
Imageur  
Co-PI Lagage

  
Simulator  
Co-PI Colina

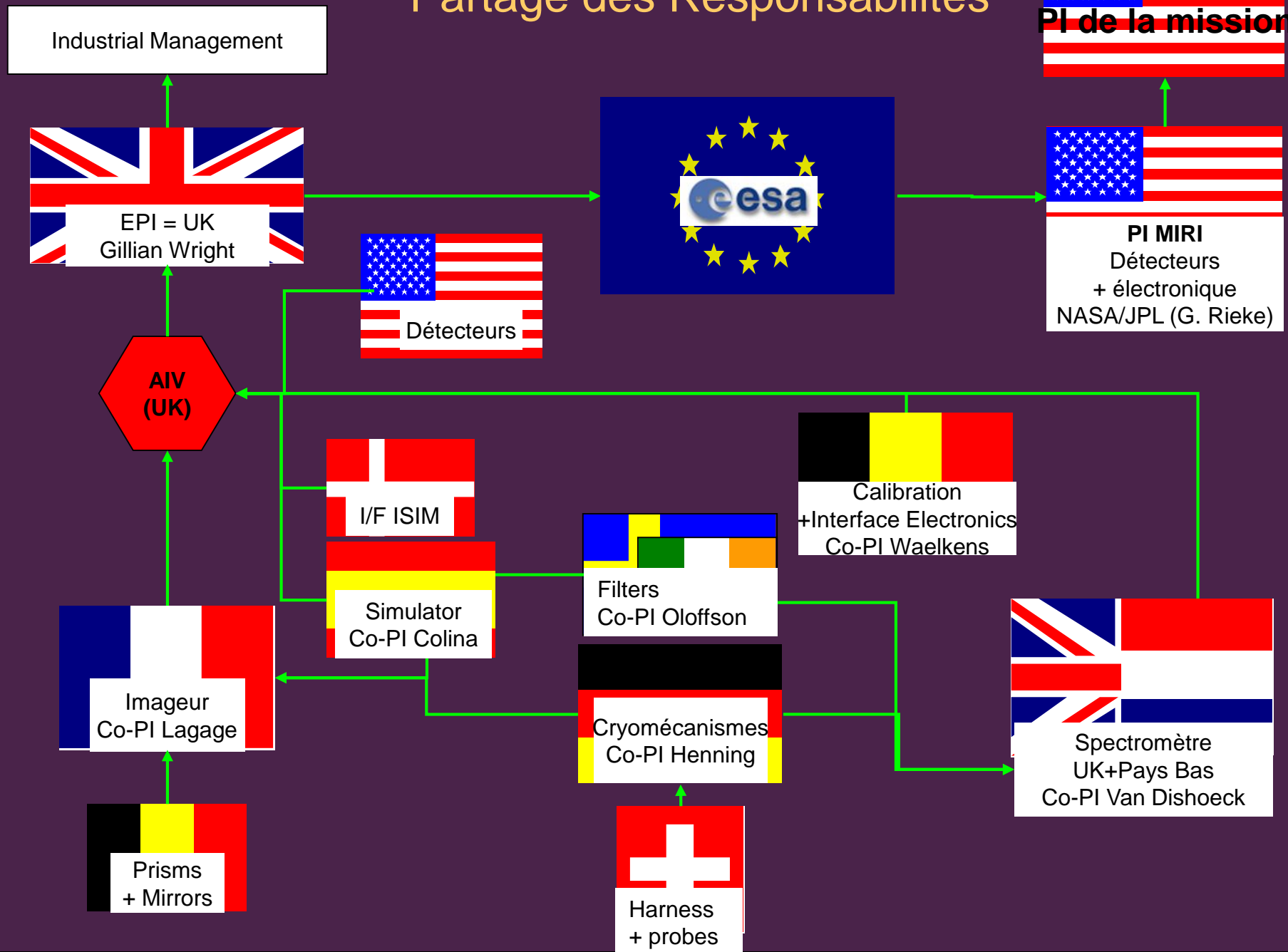
  
Filters  
Co-PI Oloffson

  
Cryomécanismes  
Co-PI Henning

  
Spectromètre  
UK+Pays Bas  
Co-PI Van Dishoeck


  
Prisms  
+ Mirrors


  
Harness  
+ probes




# Responsabilités au niveau français

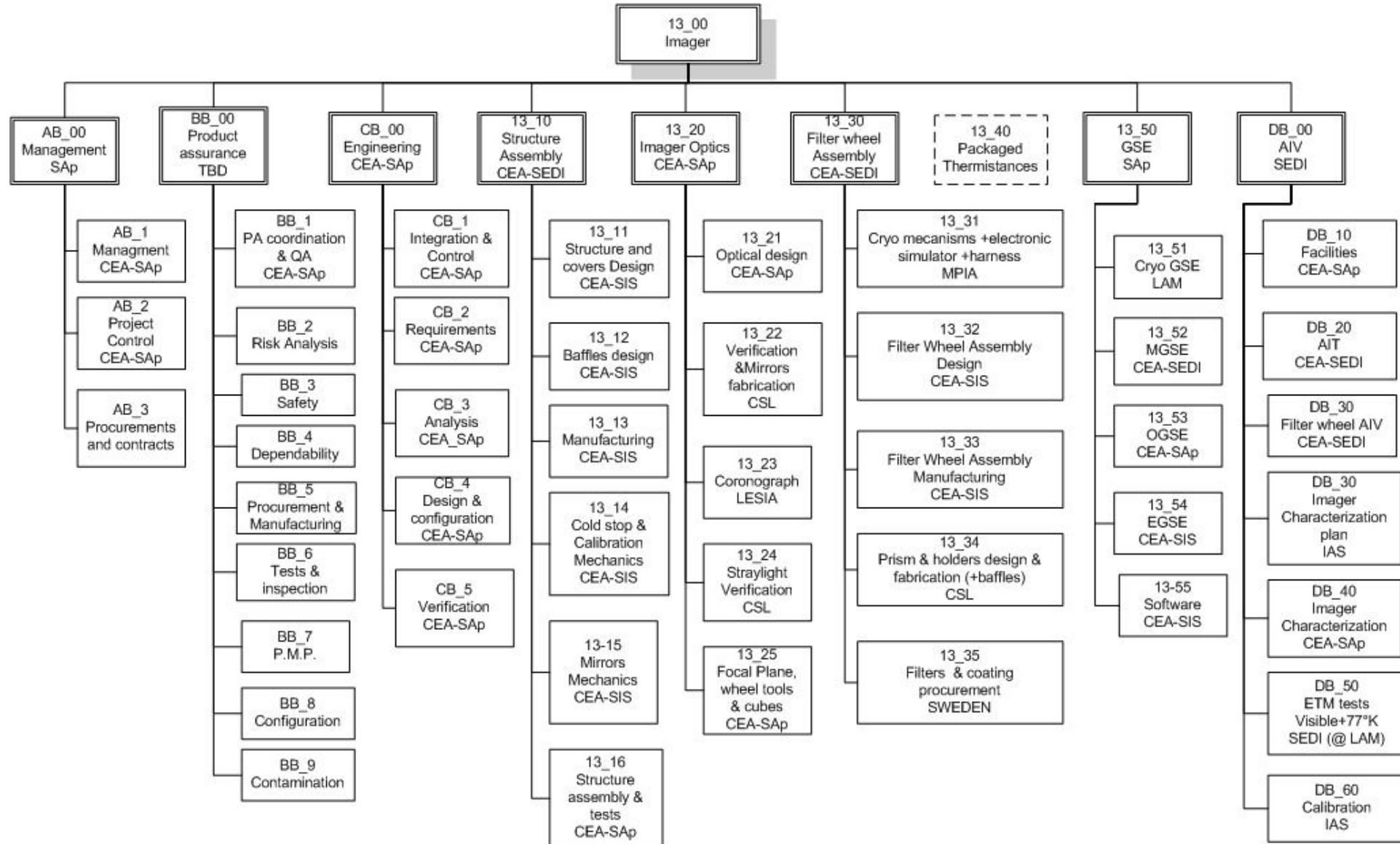
Les tâches des laboratoires sont décrites dans les 3 documents suivants :

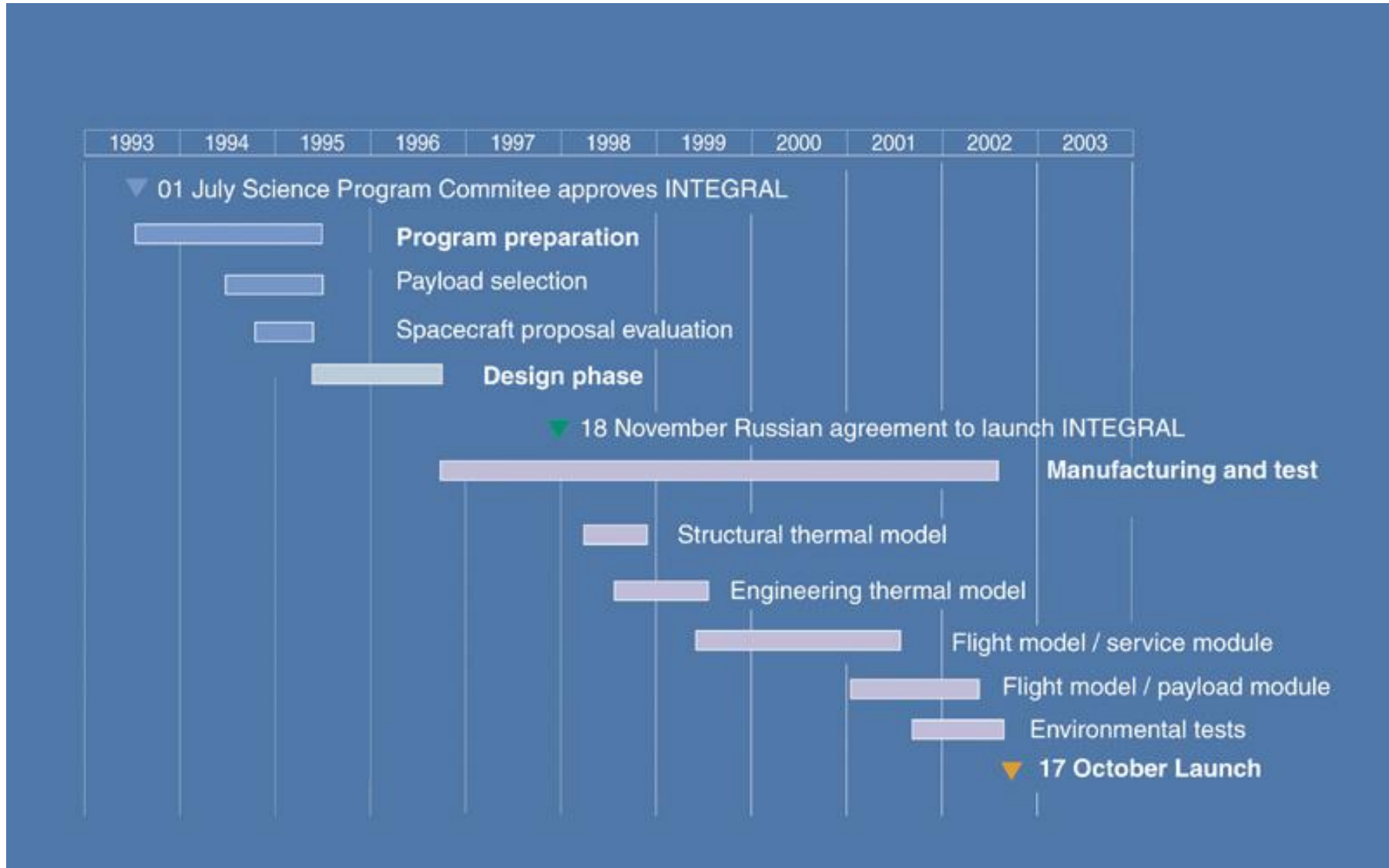
	
<h2>MIRI Imager Work Break Down Structure</h2>	
Reference :	<b>MIRI-WB-00001-CEA</b>
Issue :	<b>0.7</b>
Date :	<b>23 February 2004</b>
Prepared by:	<i>Y.Acker</i> Date: <i>jj.mm.yyyy</i>
Approved by:	Date: <i>jj.mm.yyyy</i>
Authorised by:	Date: <i>jj.mm.yyyy</i>

	
<h2>MIRI Imager Work Packages Descriptions</h2>	
Document reference: <b>MIRI-WP-00001-CEA</b>	
Document issue: <b>A-1d</b>	
Date of issue: <b>18 February 2004</b>	
Prepared by:	<i>P. GALDEMARD - L. MARTIN</i> Date: <i>11/04/03</i> <i>J.M. RESS - A. SOUFFLOT</i> <i>Y. ACKER</i> Date: <i>29/07/03</i>
Approved by:	<i>P. GALDEMARD</i> Date: <i>14/04/03</i>
Authorised by:	<i>P.O. LAGAGE</i> Date: <i>14/04/03</i>

	
<h2>Design and Development Plan</h2>	
Document reference: <b>MIRI-PL-00001-CEA</b>	
Document issue: <b>A1</b>	
Date of issue: <b>23 Nov 03</b>	
Prepared by:	<i>Philippe GALDEMARD</i> Date: <i>11/04/2003</i>
Approved by:	<i>Jacky CRETOLLE</i> Date: <i>14/04/03</i>
Authorised by:	<i>P.O. LAGAGE</i> Date: <i>14/04/03</i>

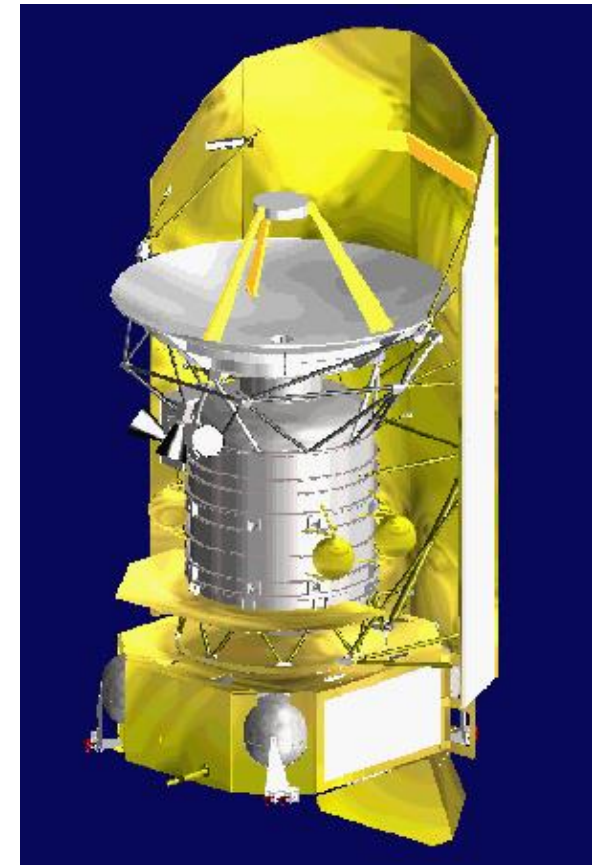






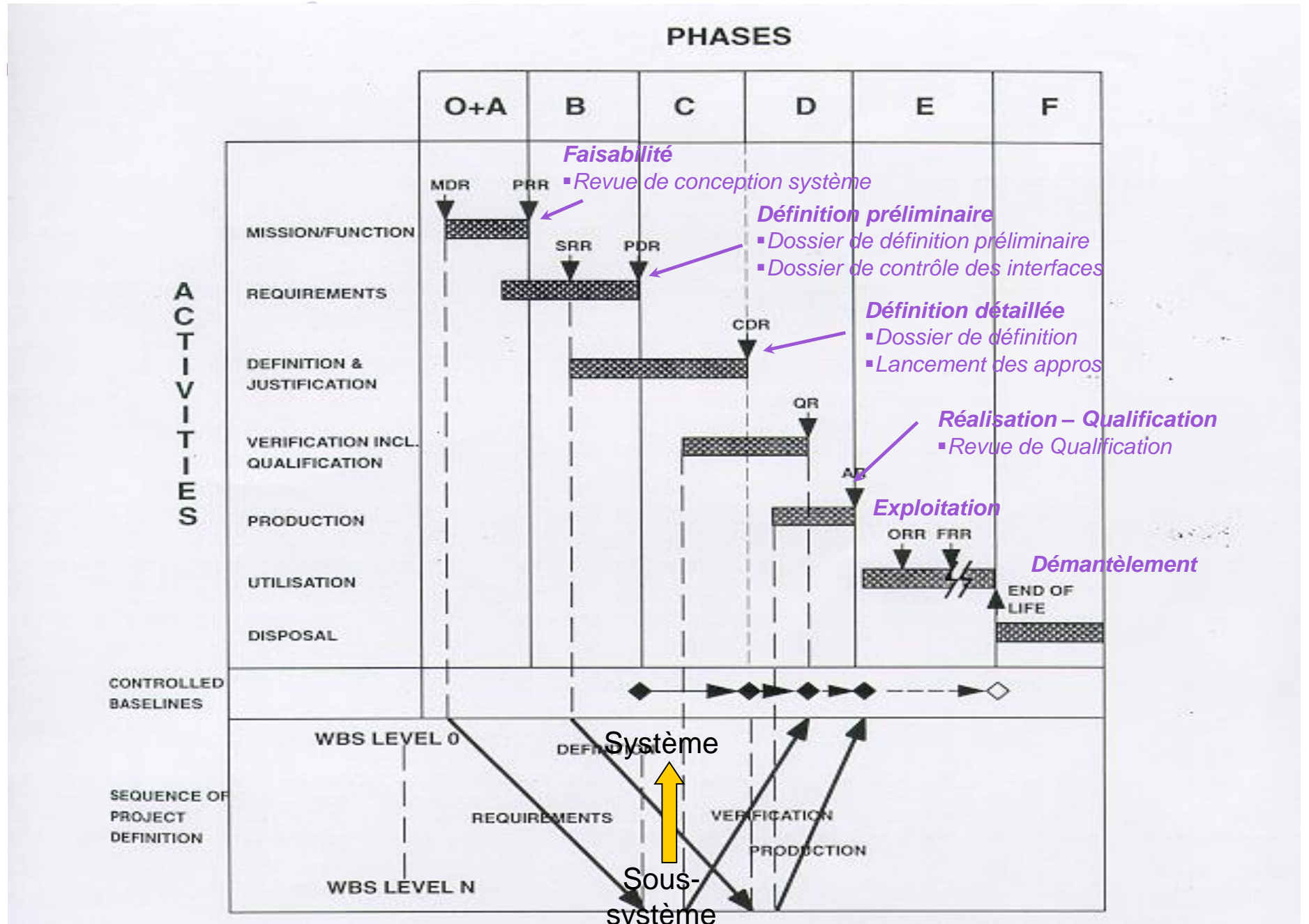
## Les bases de l'activité spatiale

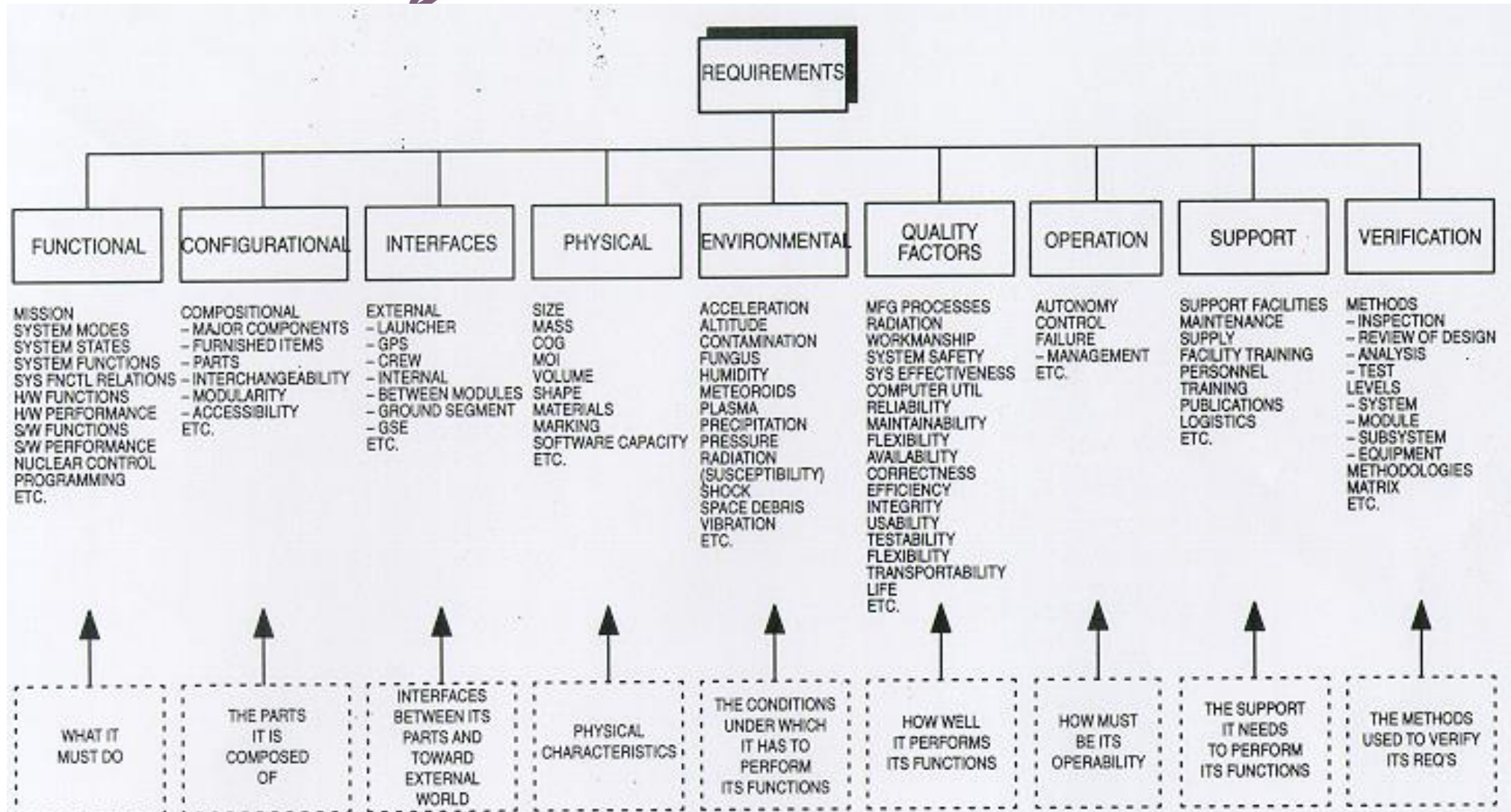
- Organisation très structurée pour répondre à des besoins : résultats, coûts, délais.
- Méthodes d'**analyse-système** et approche top-down.
- Mise en place d'un système d'analyse des risques et d'assurance-produit pour assurer la fiabilité des opérations malgré les contraintes du spatial.





- **Spécifications** générales : cascade depuis la mission, le satellite, la plateforme, les instruments jusqu'aux sous-systèmes.
- Budgets de masse, encombrement, télémétrie, consommation électrique, dissipation thermique, liaisons mécaniques.
- Négociation des **interfaces** systèmes et sous-systèmes
- **Plans de développement & de vérification**





Structural and Thermal model : STM

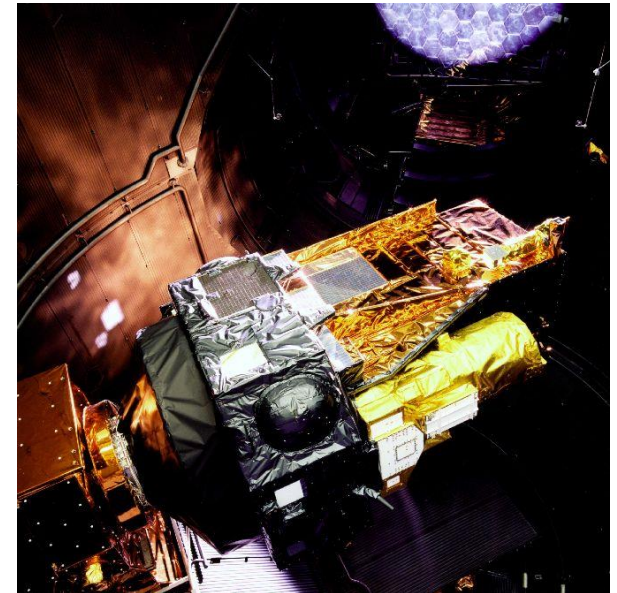
Development Model : DM

Engineering Model : EM

Qualification Model : QM

Flight Model : FM

Flight Spare : FS



## Le Responsable-Systeme

- ➔ anime et dirige un Groupe-Systeme qui comprend :
  - tous les architectes du projet
  - le responsable AIT
  - et suivant les projets, le Responsable Assurance-Produit
  
- ➔ traduit la spécification de besoin scientifique en spécifications générales du système, organise l'arbre des tâches (WBS) en liaison avec le Plan de Développement et la Matrice des Modèles.
  
- ➔ est en interaction forte avec les Responsables Laboratoire, l'Instrument Scientist et le Scientifique responsable des Calibrations.



## Les bases de l'activité spatiale

- Organisation très structurée pour répondre à des besoins : résultats, coûts, délais.
- Méthodes d'analyse-système et approche top-down.
- Mise en place d'un système d'analyse des risques et d'**assurance-produit** pour assurer la fiabilité des opérations malgré les contraintes du spatial.



## Contraintes de l'environnement spatial

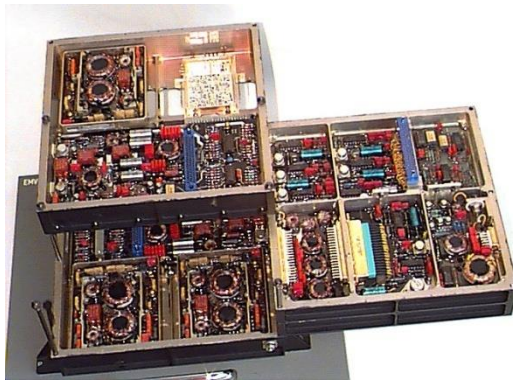
- **Environnement**  
en orbite : vide, température,  
radiations, ions, ....  
mais aussi en intégration, tests  
et au lancement (vibrations, chocs)
- **Performances requises**  
durée de mission  
sûreté de fonctionnement, fiabilité
- **Système non réparable**



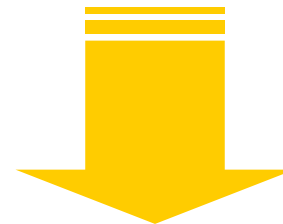
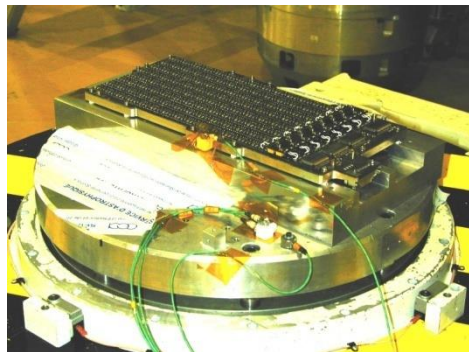
→ Engagement à **garantir l'adéquation**  
produits-besoin (conformité aux spécifications)

**Assurance Produit**

- Activités «qualité» du projet requises par une expérience spatiale :



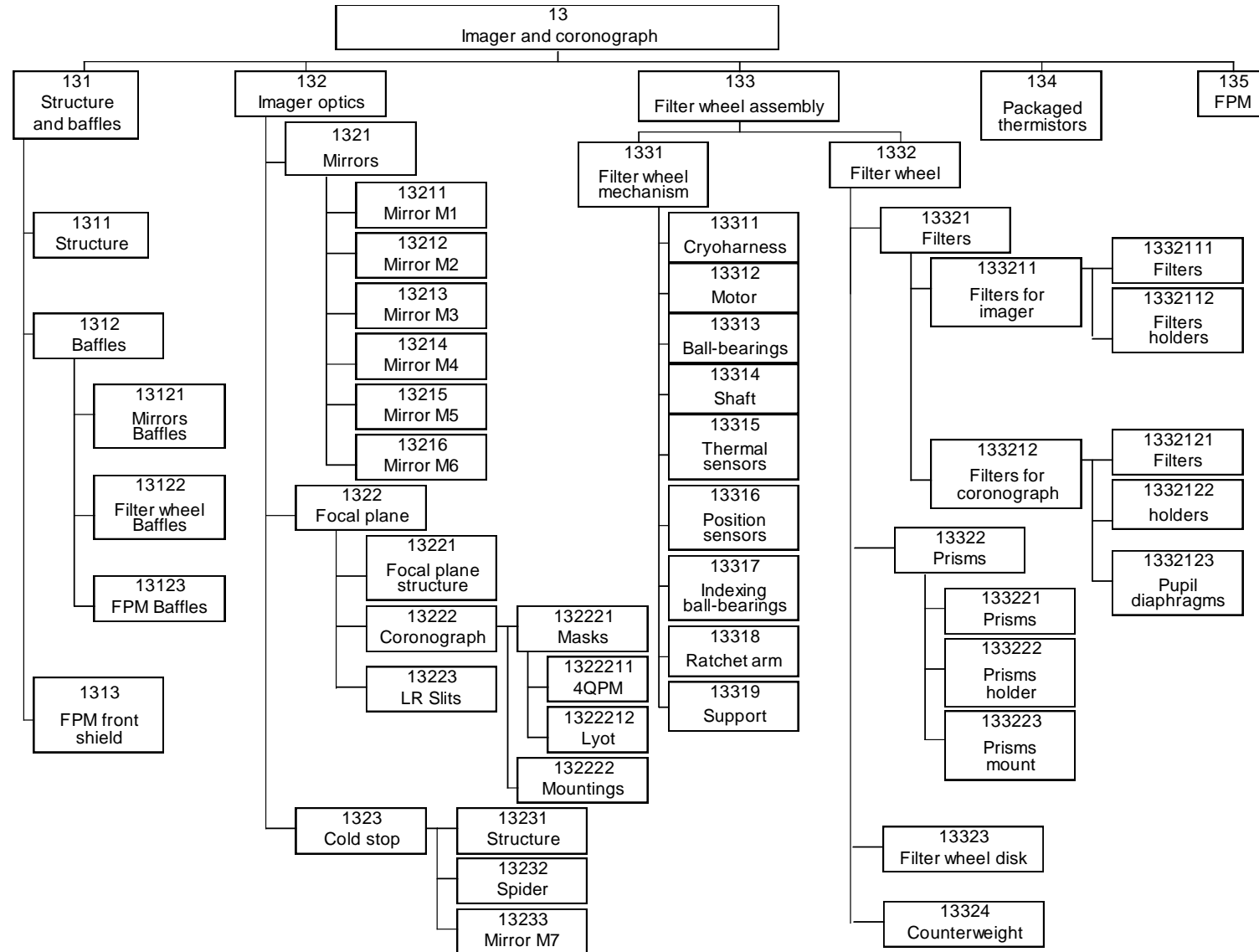
- Analyse de risques techniques & organisationnels,
- Analyse des spécifications en conception,
- Sûreté de fonctionnement (défaillances possibles),
- Suivi des réalisations,
- Analyse & Suivi des essais,
- Application & respect des normes et procédures.



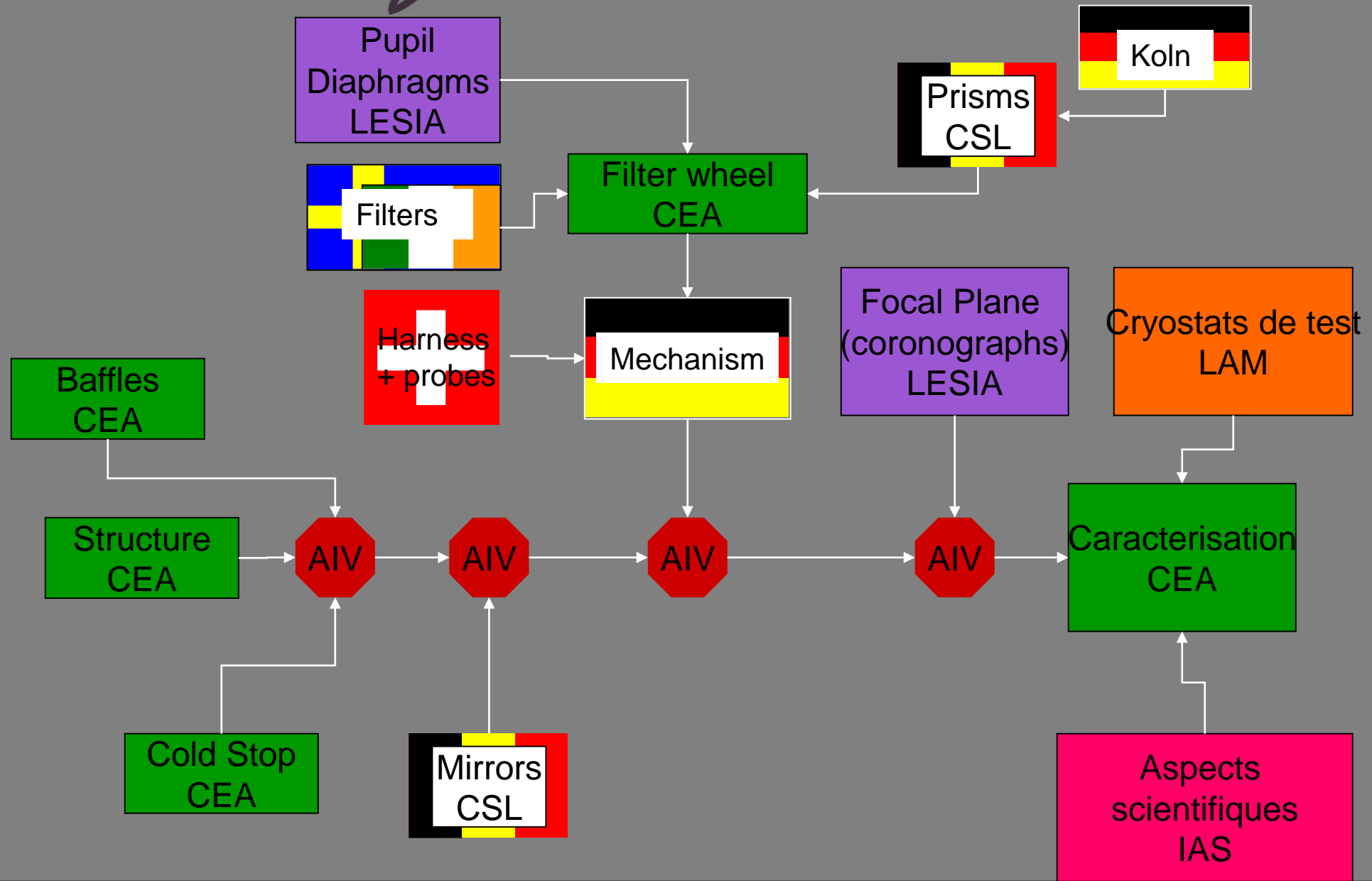
Interaction forte avec le système.

Risk Description	Raised By	Date Raised	Probability	Impact	Impact x Prob	Mean Exposure	Level	Risk Owner	Proposed Mitigation
High number of interfaces with different countries	PG	17/06/03	5	3	15		1T		UK management of ICDs involving several countries
Lack of finance in 2003 for PA and Project Control	JC	17/06/03	5	2	10		2Q		temporary assistance by CNES
Large number of transportations of subsystems	JC	17/06/03	5	3	15		2Q		Secured transportations in dedicated containers
No representative detector in France	JC	17/06/03	5	2	10		5BF		Extensive testing at instrument VM level
Launch of the instrument without good calibration	PG	17/06/03	4	4	16		1T		Increase the calibration operations duration. Built an automatised test set up in time.
Late verification of the calibration source operation with the imager	JC	17/06/03	5	3	15		1T		Intensify the analysis effort jointly with the Italian team
Misalignment of the coronagraphs with the OTE	PG	17/06/03	3	4	12		1T		Raise at High priority level to the EC risk register
Misalignment of the coronagraphs internal to the imager	JC	17/06/03	1	4	4		1T		
Moving of LAM to other facilities during the project	POL	27/11/03	5	2	10		4A		Tight schedule control
Late detector interface / detector baffling definitions	JC	17/06/03	2	3	6		1T		Raise at High priority level to the EC risk register
Large number of handling operations	JC	17/06/03	4	3	12		1T		Strict application of the contamination Plan

# Arbre produit – Product tree



# Flux hardware, Imageur JWST/MIRI



CI Code		DM	STM	SOTDEM	VM	VM2	FM	Flight spare
<b>13</b>	<b>Imager and coronagraph</b>							
<b>131</b>	<b>Structure and baffles</b>		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	
1311	Structure		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	
1312	Baffles		NA	MD	VM1	VM2	FM	
13121	Mirrors baffles		NA	MD	VM1	VM2	FM	
13122	Filter wheel baffles		NA	MD	VM1	VM2	FM	
13123	FPM baffles		NA	MD	VM1	VM2	FM	
1313	FPM front shield		NA	MD	VM1	VM2	FM	
<b>132</b>	<b>Imager optics</b>		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	
<b>1321</b>	<b>Mirrors</b>		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
13211	Mirror M1		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
13212	Mirror M2		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
13213	Mirror M3		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
13214	Mirror M4	DM4	NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
13215	Mirror M5		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
13216	Mirror M6 (calibration)		NA	SOTDEM	VM1	SOTDEM ?	FM	Kit
<b>1322</b>	<b>Focal plane</b>		NA	SOTDEM	VM1	VM2	FM	Kit
13221	Focal plane structure		NA	SOTDEM	VM1	VM2	FM	Kit
13222	Coronagraph	DM6	NA	MD	VM1	VM2	FM	Kit
132221	Coronographic masks	DM6	NA	MD	VM1	VM2	FM	Kit
1322211	4QPM masks	DM6	NA	MD	VM1	VM2	FM	Kit
1322212	Lyot mask	DM6	NA	MD	VM1	VM2	FM	Kit
132222	Mounts		NA	SOTDEM	VM1	VM2	FM	Kit
13223	LR Slits		NA	MD	VM1	VM2	FM	Kit
<b>1323</b>	<b>Cold stop</b>	DM5	NA	DM5 ?	VM1	VM2	FM	Kit
13231	Cold stop structure	DM5	NA	DM5 ?	VM1	VM2	FM	Kit
13232	Spider	DM5	NA	DM5 ?	VM1	VM2	FM	Kit
13233	Mirror M7	DM5	NA	DM5 ?	VM1	VM2	FM	Kit



Le **Responsable Assurance-Produit** qui appartient au laboratoire Qualité Spatiale du Service est chargé de l'organisation et de la mise en place de toutes les activités qualité du projet

Le **Contrôleur de projet** assure les activités suivantes :

- planification (générale et détaillée, contrats, sous-traitance) : **Cette activité est de plus en plus souvent sous-traitée (prestation extérieure).**
- suivi des actions
- documentation

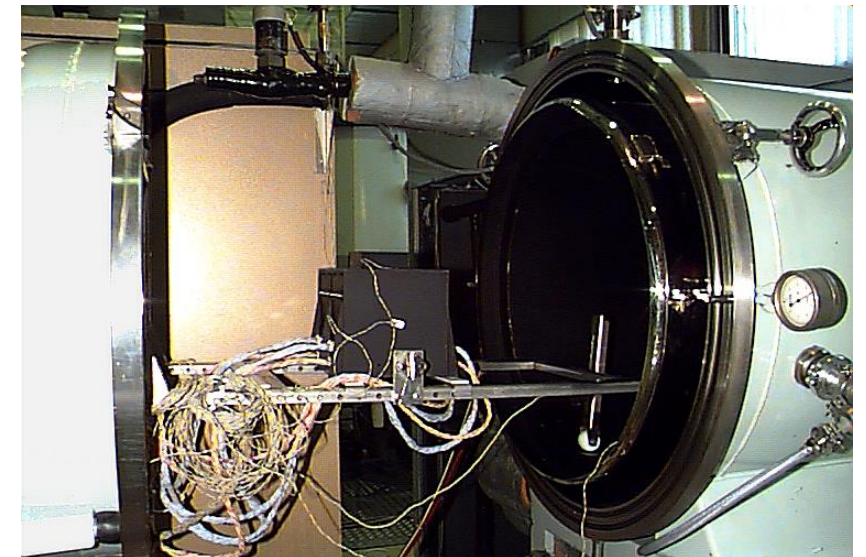
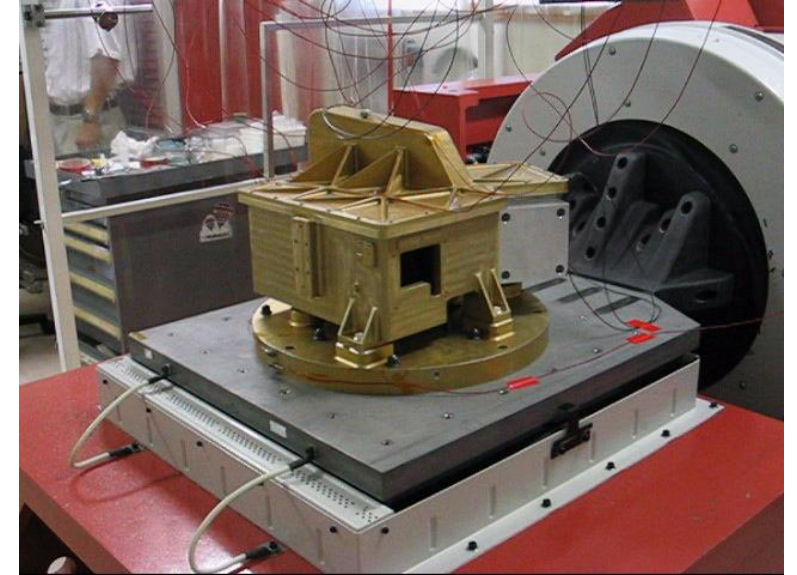


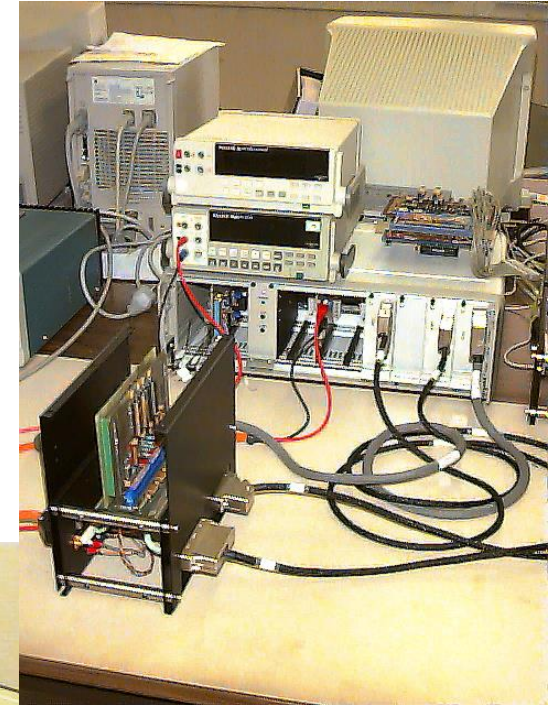
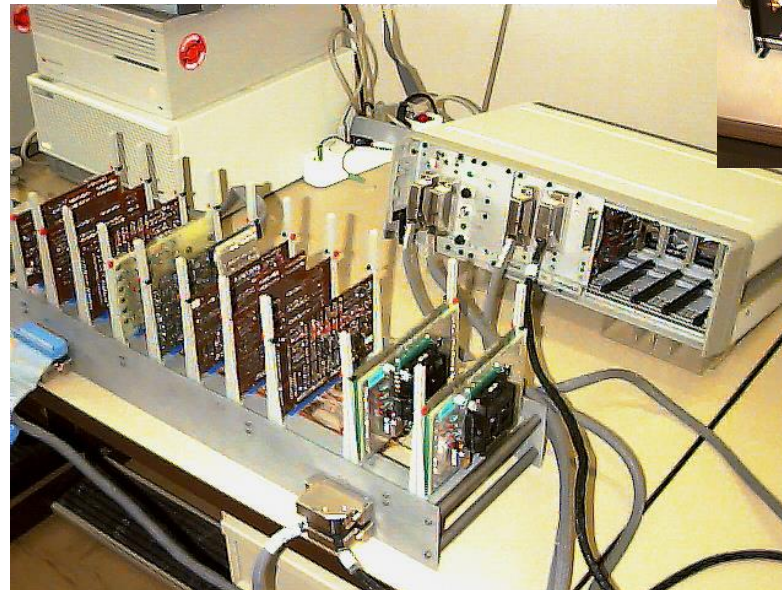
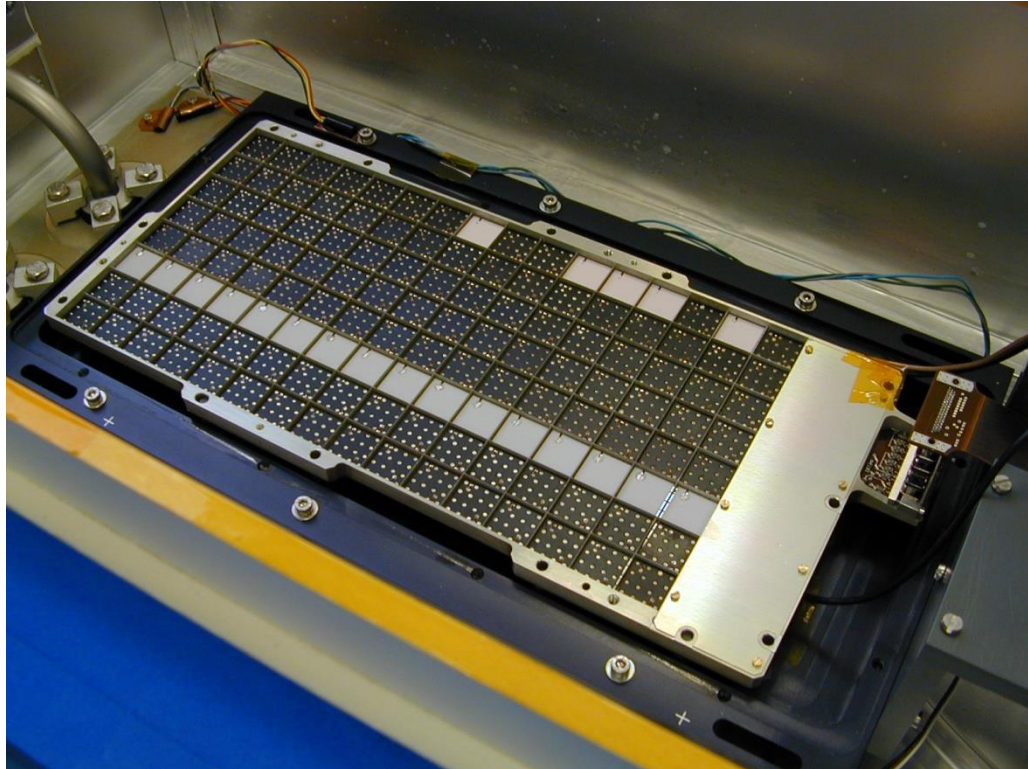


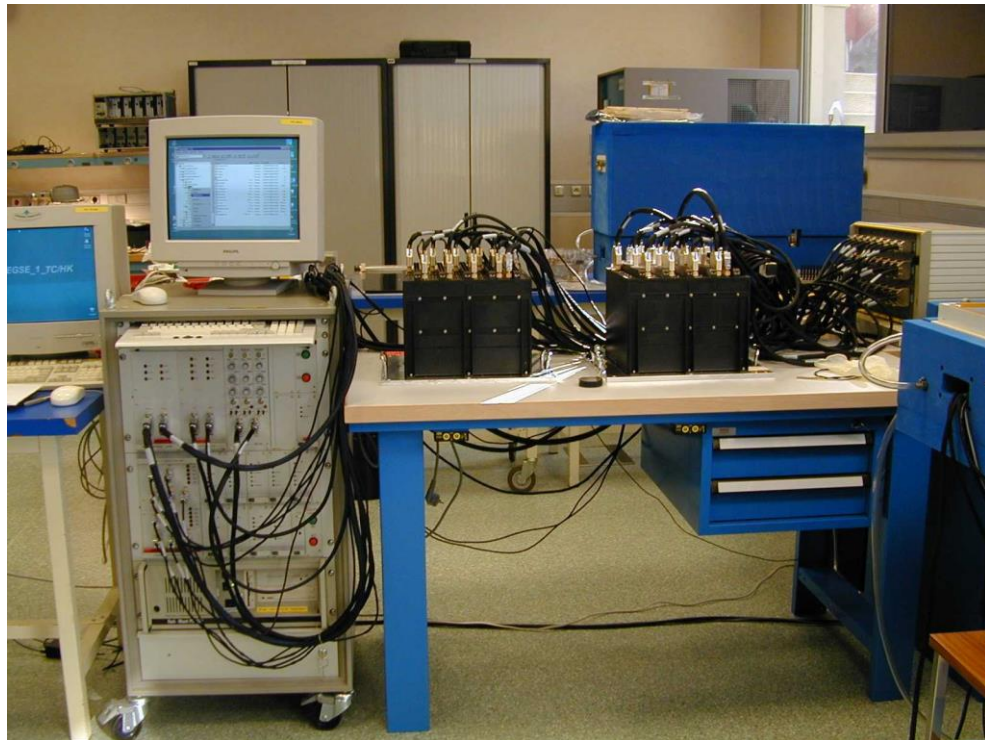
## AIT, Assemblage Intégration Tests

### Le Responsable AIT

- ➔ définit les Procédures de Tests des équipements spatiaux qui subissent des essais d'environnement représentatifs des conditions de tir et de l'environnement spatial (vibration, vide, thermique, électronique, interférences électromagnétiques,..).
- ➔ établit le besoin en équipement d'essais, outillage de montage et sous-traitance de câblage et d'essais

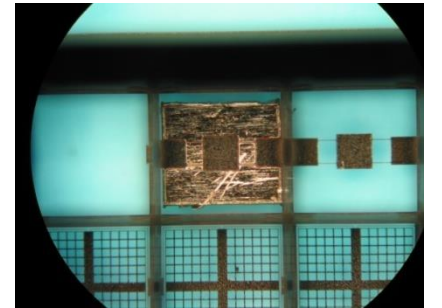
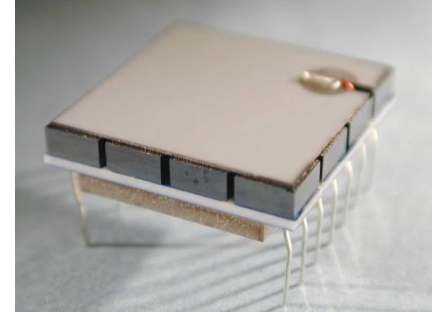


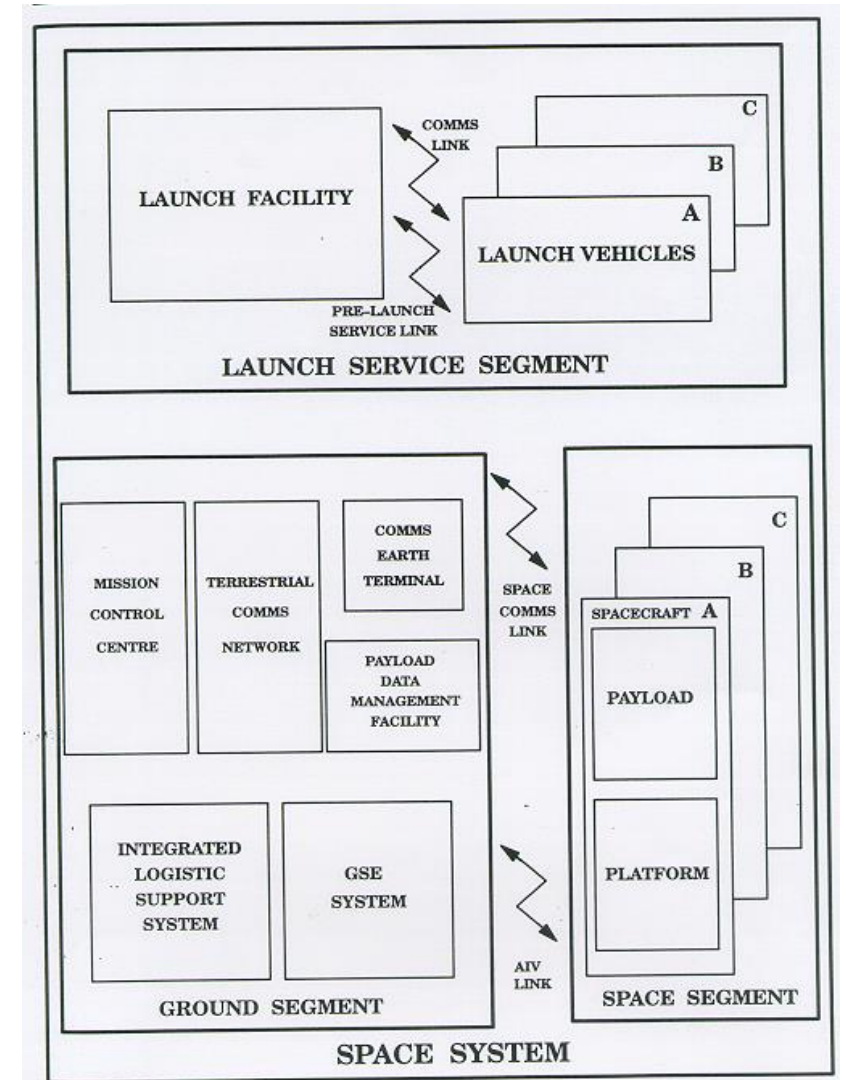


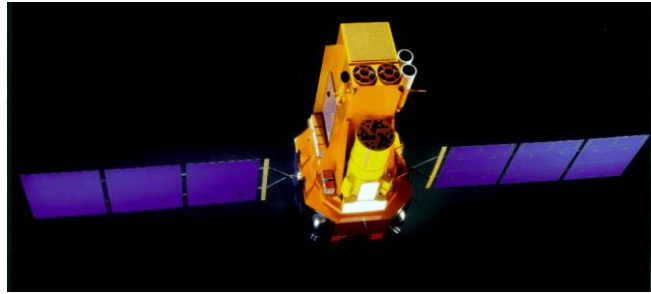


## L'Instrument Scientist

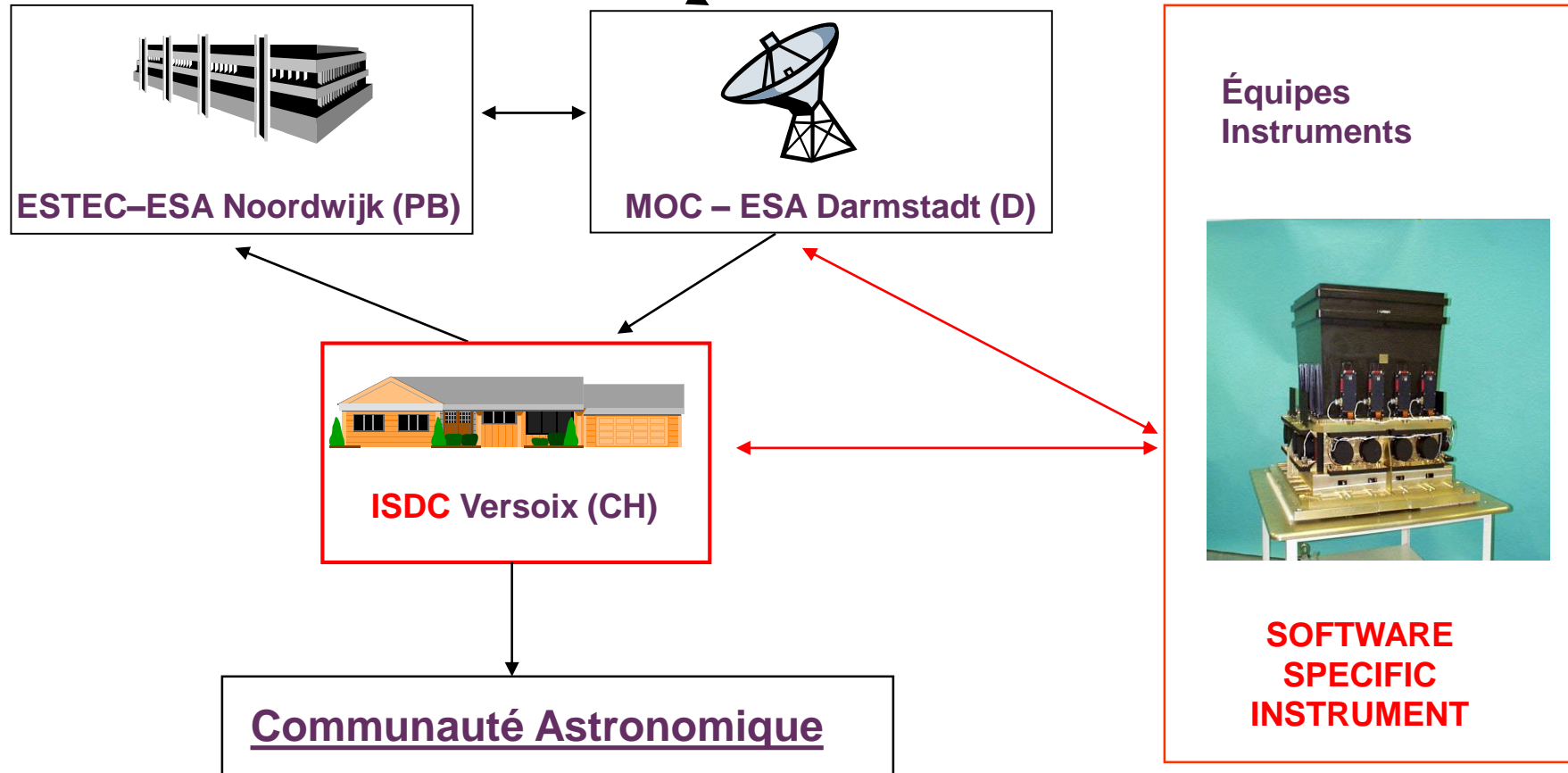
- ➔ est un scientifique senior chargé de l'étude physique et du développement de nouveaux instruments.
- ➔ vérifie l'adéquation entre réalisation instrumentale et spécifications scientifiques.
- ➔ intervient dans les tests finaux de ces instruments.
- ➔ participe aux campagnes de calibration des équipements.







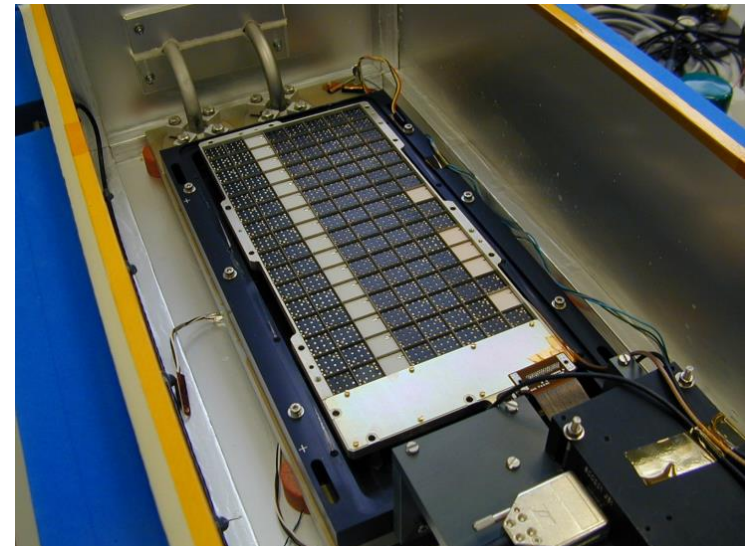
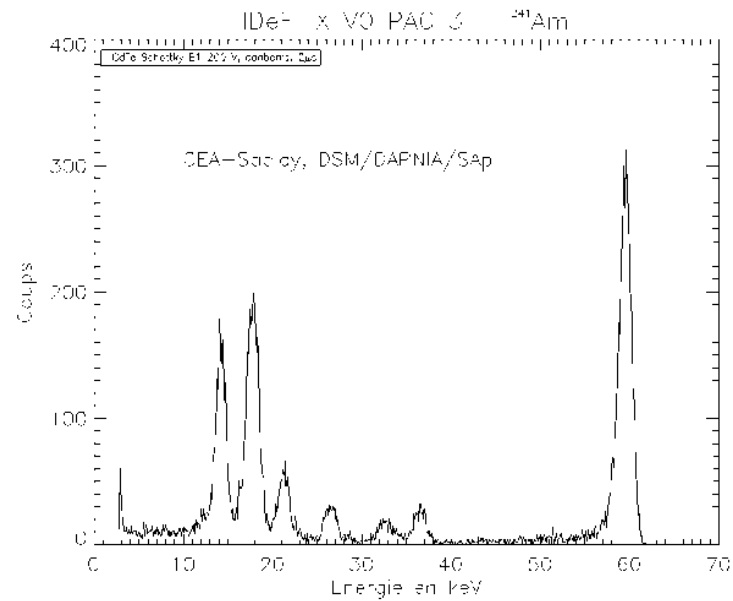
## Segment Sol d'INTEGRAL



## Le Responsable Calibration



est un scientifique responsable de la définition des campagnes d'étalonnage **au sol et en vol** des instruments.





## Evolution des projets, quelques remarques...

- La **sous-traitance** industrielle tend à se généraliser vu côté agences spatiales. Les laboratoires de recherche doivent rester source d'innovation !
- **Complexification des systèmes embarqués** (fonctionnalités, performances, densité d'intégration...)
- **Complexification des processus organisationnels** (multiplicité des agences, partenaires, laboratoires...)
- Les laboratoires de recherche doivent maîtriser coûts délais (**approche projet**) et être en mesure de disposer de démonstrateurs lors des phases de sélection des projets (**R&D**)

Si tout se passe bien... en 2021