



SOLEIL

**Retour d'expériences sur un Très Grand Instrument
pluridisciplinaire:**

**Le Déroulement des Programmes Bâtiments, Sources
et **Expériences****

Un Projet de Rayonnement Synchrotron:

Une **Machine** issue de la Physique des Particules

Des « **Clients** »

multiples

issus de toutes les disciplines scientifiques

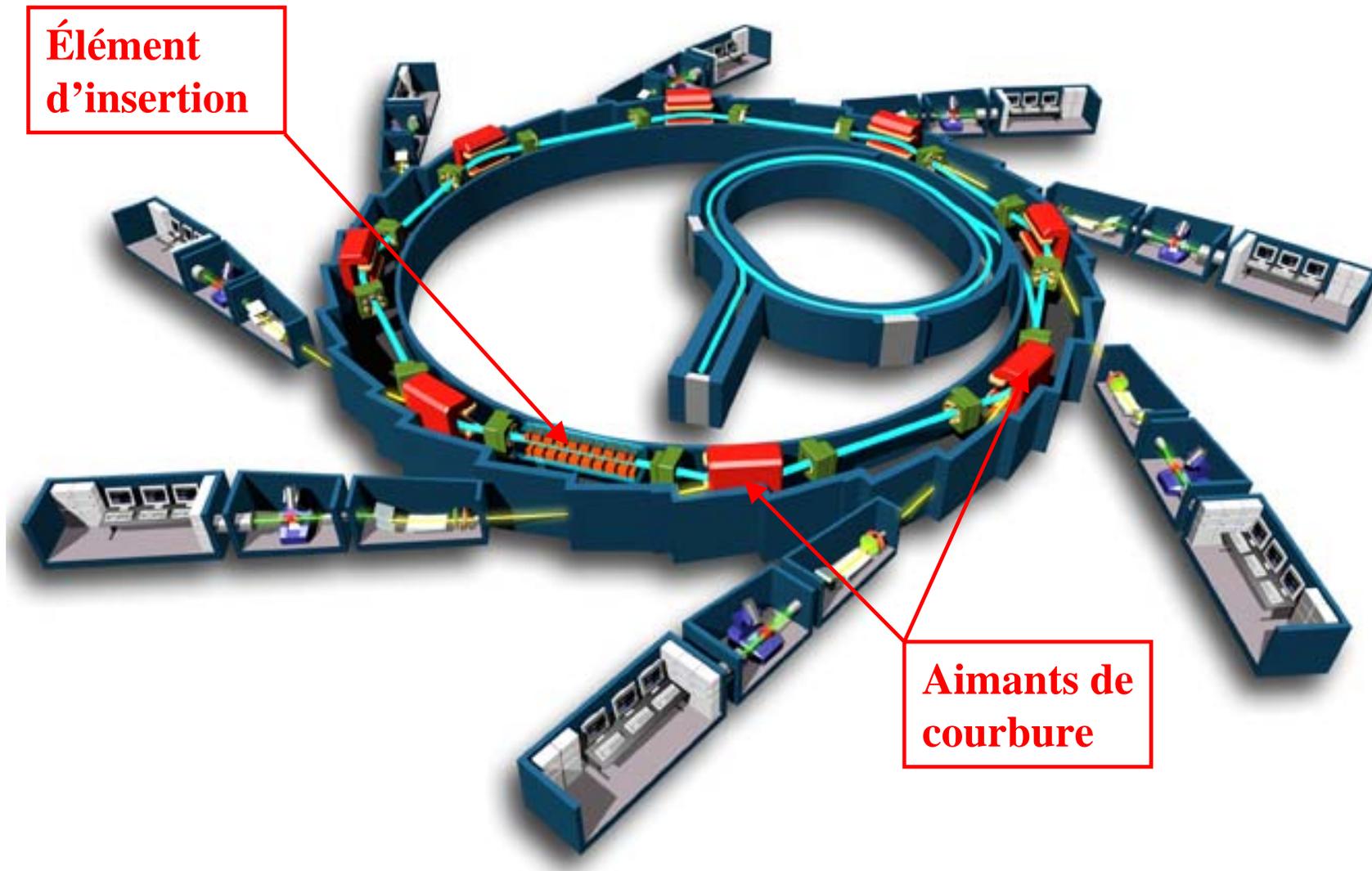
définis en cours de projet

Besoins exprimés dès 1990

Préparer la relève des installations du LURE-LAL:

LINAC (1958) , DCI (1976), SuperACO (1987)

Le choix des paramètres de l'Anneau de Stockage : prévoir la diversité des sources de photons



Calendrier initial du projet SOLEIL

1996-1998 : Phase APD (JL Laclare)

11 septembre 2000 : Décision de construire SOLEIL

Un synchrotron de troisième génération :

- ? fonctionnant à 2.5 GeV
- ? pourvu de 24 lignes de lumière
- ? avec les meilleures performances possibles

2001 : Constitution de l'équipe et reprise d'APD (bâtiments et Sources), et APS des lignes de lumière, révision du budget

Phase 1 (2002 à 2005) : Construction des bâtiments, de la machine et de 10 lignes de lumière (dont 5 transférées de LURE)

Phase 2 (2006 à 2009) : Exploitation des 10 premières lignes et **construction** et mise en service de 14 autres lignes.

A partir de 2010 : Pleine exploitation des 24 lignes de lumière



Evolution du projet SOLEIL (reprise d'APD)

- **Besoin de bonnes performances à 12 keV (bio) :**
 - ⇒ **Energie des électrons : 2.50 GeV =>2.75 GeV**
 - ⇒ **Besoin de 2 cryomodules RF (600 kW)**

- **Rayonnement intense produit par onduleurs :**
 - ⇒ **modification de la maille de la machine pour avoir plus de sections droites**
 - ⇒ **21 sections droites disponibles (au lieu de 14)**
 - ⇒ **augmentation de 5% de la circonférence de l'anneau**

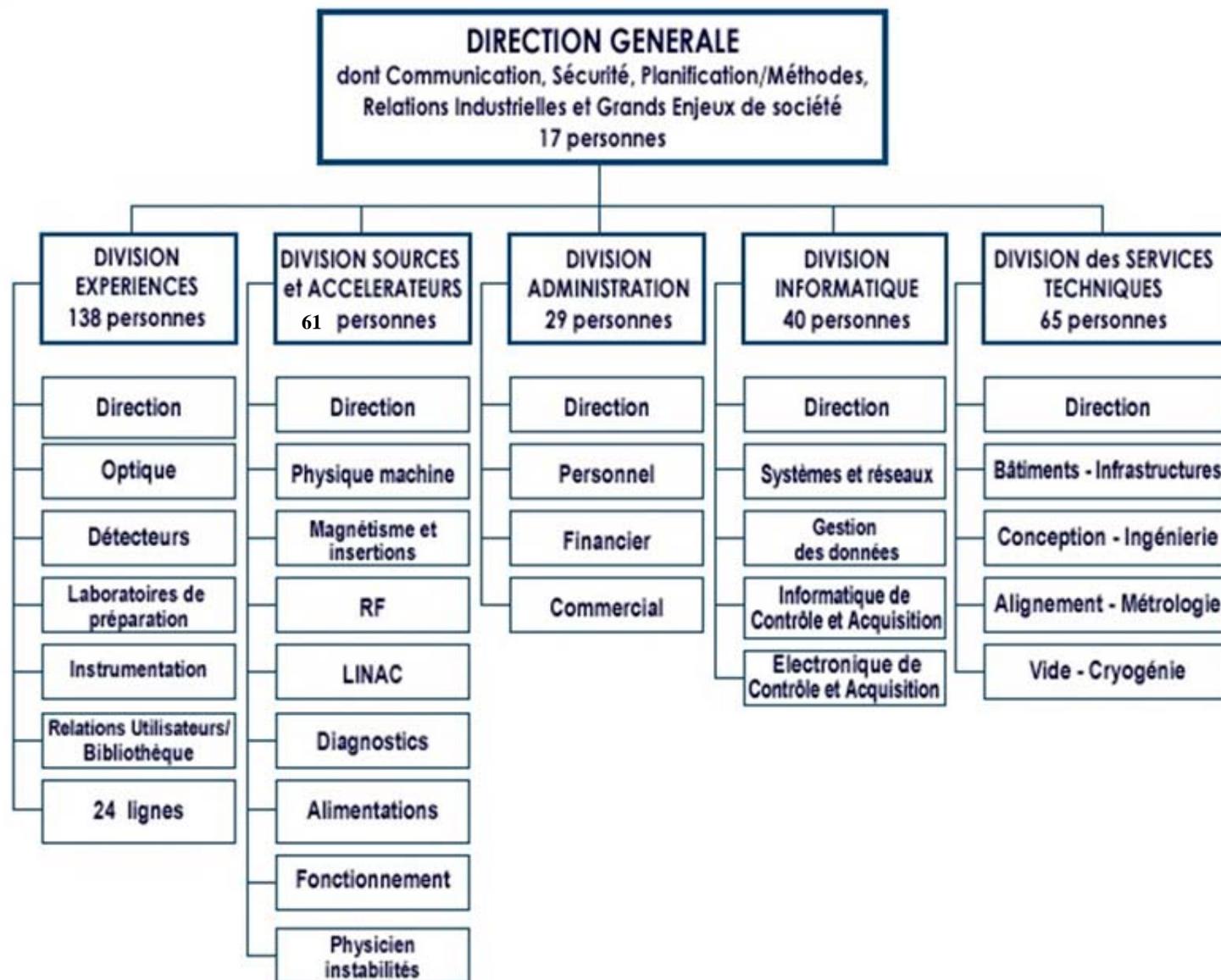
 - ⇒ **onduleurs plus sophistiqués (sous-vide, APPLE II, a-périodicité,..)**
à définir suivant les projets de lignes

- **Injection en mode Top-Up (durée de vie infinie):**
 - ⇒ **modification du Booster**
 - ⇒ **performances du Linac**

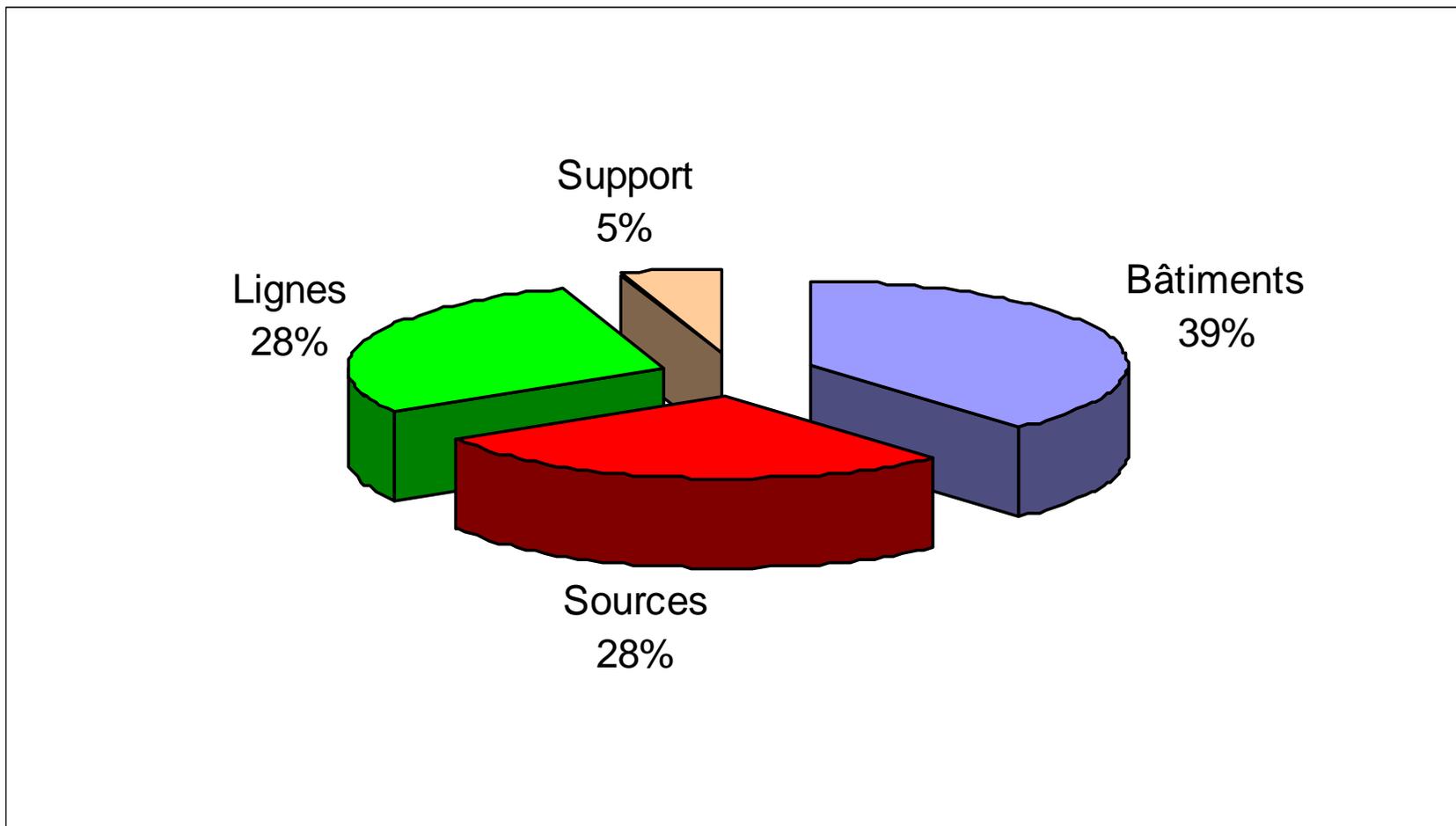
Une MACHINE de 3ème génération

Energie Nominale	2.75 GeV
Circonférence	354 m
Nombre et Longueur des Sections droites	4 x 12 m 12 x 7m 8 x 3.5 m
Emittance Horizontale (K=1%)	3.7 nm.rad
Courant Max - Multipaquets	500 mA
Courant max - 8 paquets	90 mA
Longueur et espacement des paquets	30 ps, 148 ns
Mode d'Injection	Continu

Effectifs 350 personnes

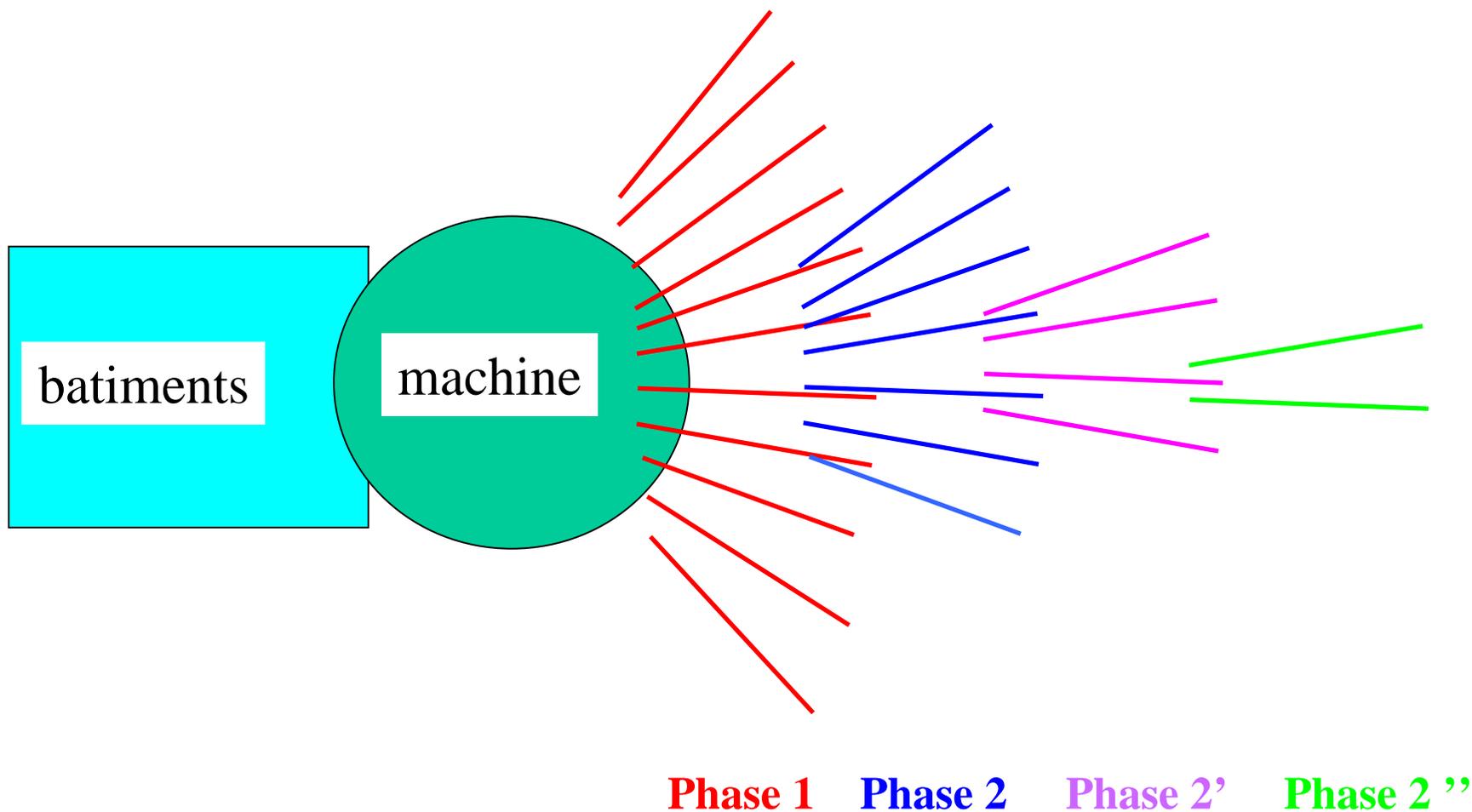


Budget investissement : 197 M€ (valeur oct 2000)



Projet « unique » mais aussi « éclaté »

Lignes de Lumière



Déroulement du projet

Synchronisation des plannings

conception et **construction** des bâtiments et équipements
partage des ressources

Installation des équipements : partage de l'espace
partage des ressources
gestion des priorités inter et intra programme

Planning initial « de référence » compatible

Retard dans la mise à disposition des bâtiments

Coactivité excessive

Manque de ressources : personnel temporaire indispensable

Conséquences : **9/10 mois de retard** pour les deux programmes Process

Le programme bâtiment

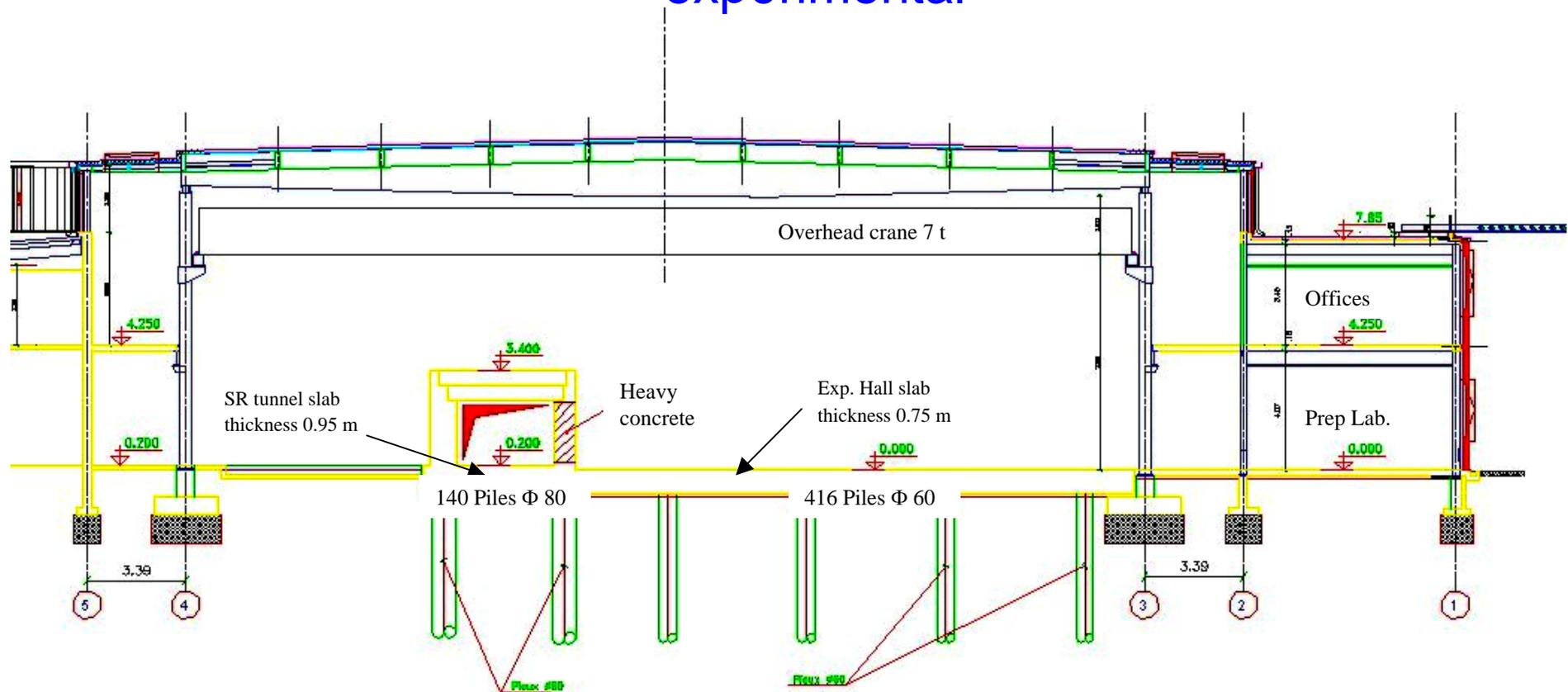
**Les exigences de performances avec les contraintes du site
sous-sol, météo (vent, pluviosité, variations saisonnières...)**

stabilité absolue et relative anneau/lignes

**Calculs → solution technique : piliers
dalles solidarisées
budget augmenté**

Stabilité au niveau du bâtiment synchrotron

=> dalles épaisses sur pieux pour l'anneau et le hall expérimental



Spécifications: Tassement de la dalle inférieur à $50 \mu\text{m} / \text{an}$

Niveau de vibrations inférieur à $0.5 \mu\text{m}$ mesuré à $0.2 \mu\text{m}$ (01/06)

Installés dès la Mise à disposition des bâtiments

100 MeV LINAC : Premier faisceau aux spécifications

2 /07/2005

BOOSTER : premier faisceau 23 juillet 2005

première accélération à 2.75 GeV 18/10/05

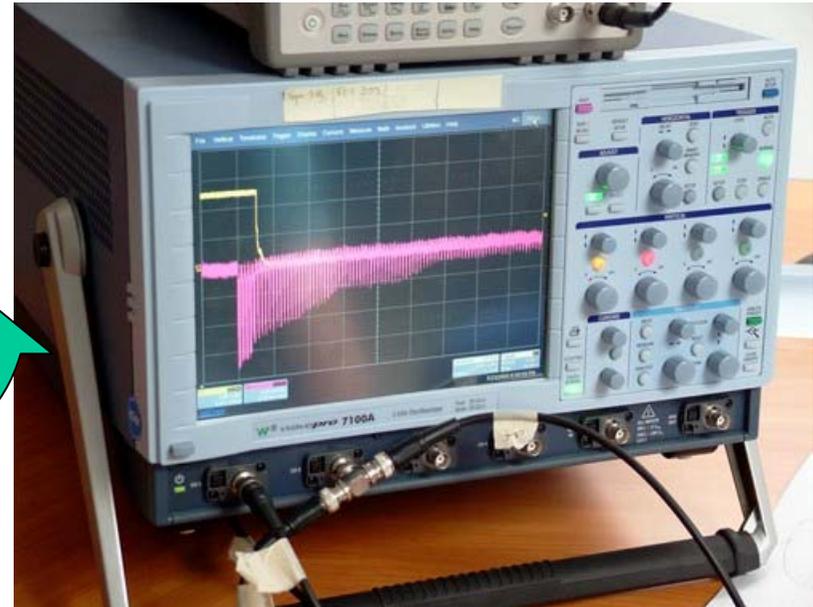
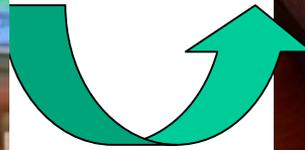
14 mA à 2.75 GeV 20/10/2005

après 80 heures effectives de tests



Faisceau LINAC

2/07/05

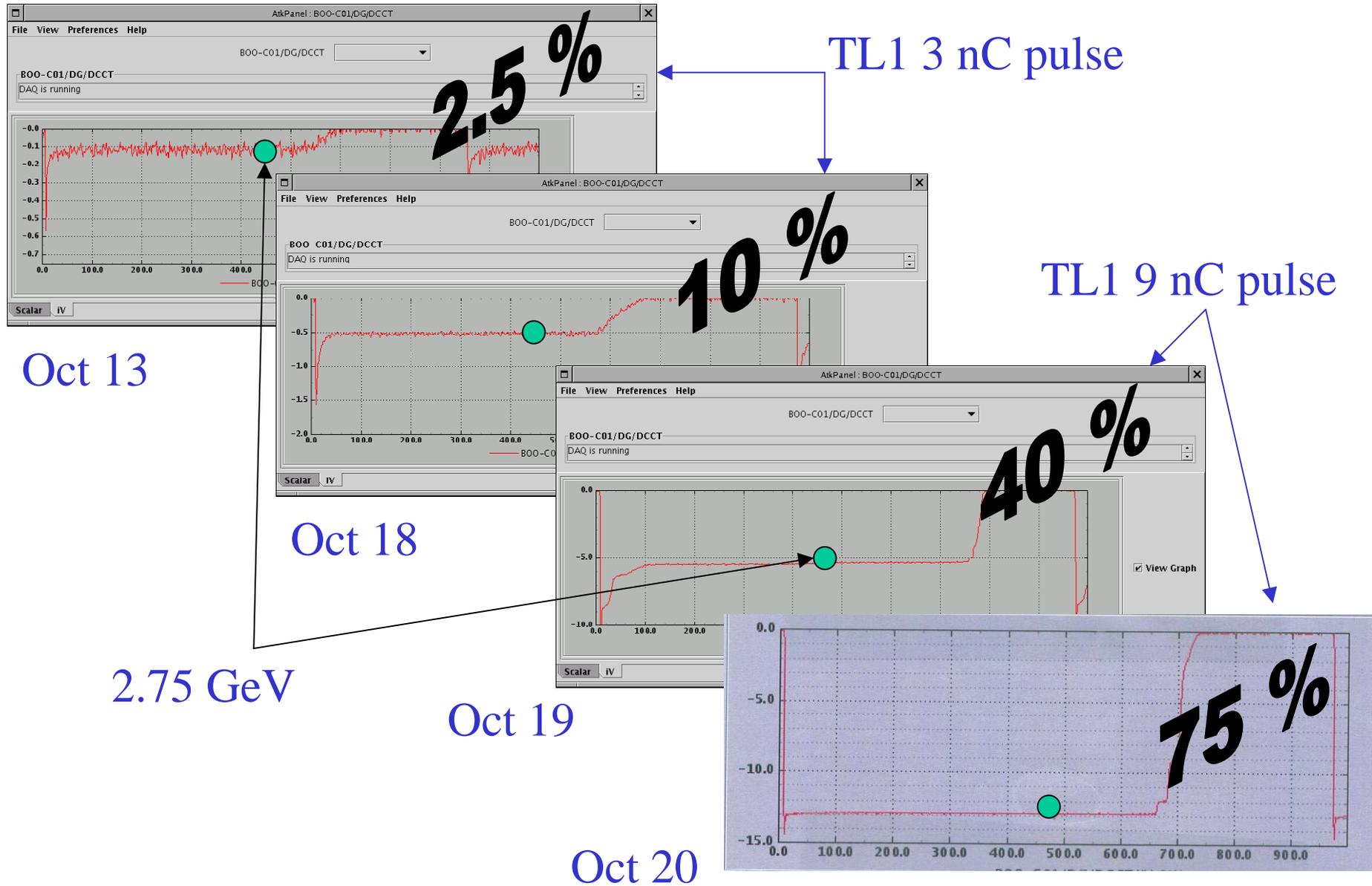


Injection dans le

BOOSTER

2 3/07/05

Amélioration de l'efficacité d'accélération du BOOSTER



Synchronisation complexe de la disponibilité des équipements (Chambres à vides, diagnostics..)

fin d'assemblage **4 Mai 2006**

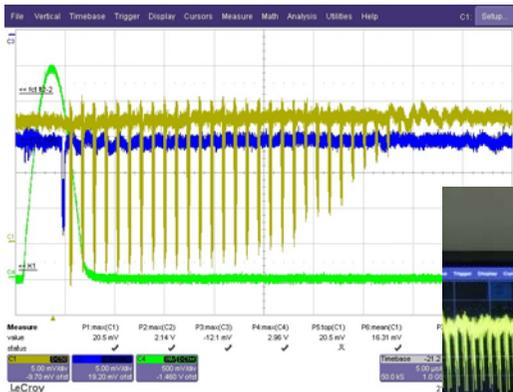
premiers tours sans RF **15-20 Mai 2006**

1er stockage **2 Juin 2006 : 0,3 mA**

1ère Accumulation 4 juin 2006 : 8,4 mA

Conditionnement 4-20 juin: objectif 100 mA

injection



Les étapes d'une réussite

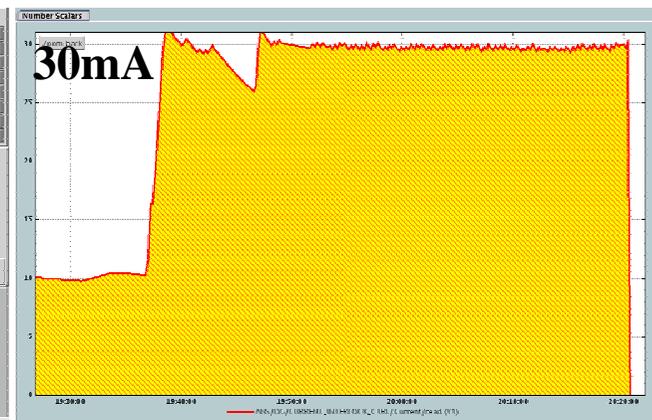
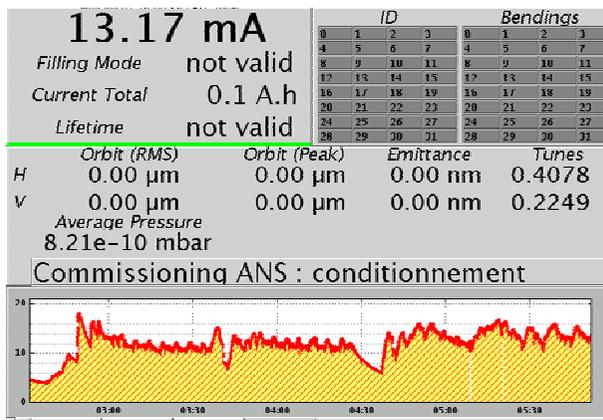
14 Mai -12 Juin

stockage



conditionnement

accumulation



Quelques réflexions à cette étape

Les défis technologiques

Amplificateurs solides pour la puissance RF

Pompage distribué par dépôt NEG sur les chambres à vides

Nouvelles électroniques de mesureurs de faisceau

...

et stratégiques

injection avec les chambres à vide définitives montées:

10mm ouverture 10m longueur

couonnés de succès

Les **problèmes** où on ne les attendait pas

« plomberie » :

réseaux de distribution d'hélium et d'eau défectueux

débit d'eau de refroidissement insuffisant...

Les Lignes de Lumière de SOLEIL

24 Lignes de Lumière dont 5 transférées du LURE sont inscrites dans le projet SOLEIL 2001-2009

1 Ligne = 1 projet

Thématique(s) scientifique(s)

Choix Techniques

Financement

Equipe construction

exploitation

Première tâche: la **Sélection** des projets

Processus de Sélection des Projets

Historique : Une prospective Scientifique pour une nouvelle source nationale démarrée à la fin des années 80

1996-1999 : Avant-projet détaillé SOLEIL sous la direction de **Jean-Louis Laclare**:
Cas scientifique : Lettres d'intention (>20 projets)

2001- Ateliers et groupes de travail, à l'initiative de la **communauté scientifique**
Rédaction d'Avant-Projets Sommaires soumis à la **Direction Scientifique**
Evaluation par le **Comité Scientifique Consultatif**

PRISE DE DÉCISION

Evaluation positive du Comité Scientifique Consultatif

Approbation par la Direction de SOLEIL

Soumission pour validation au **Conseil d'Administration**

Synthèse de l'APS

Budget

Phasage

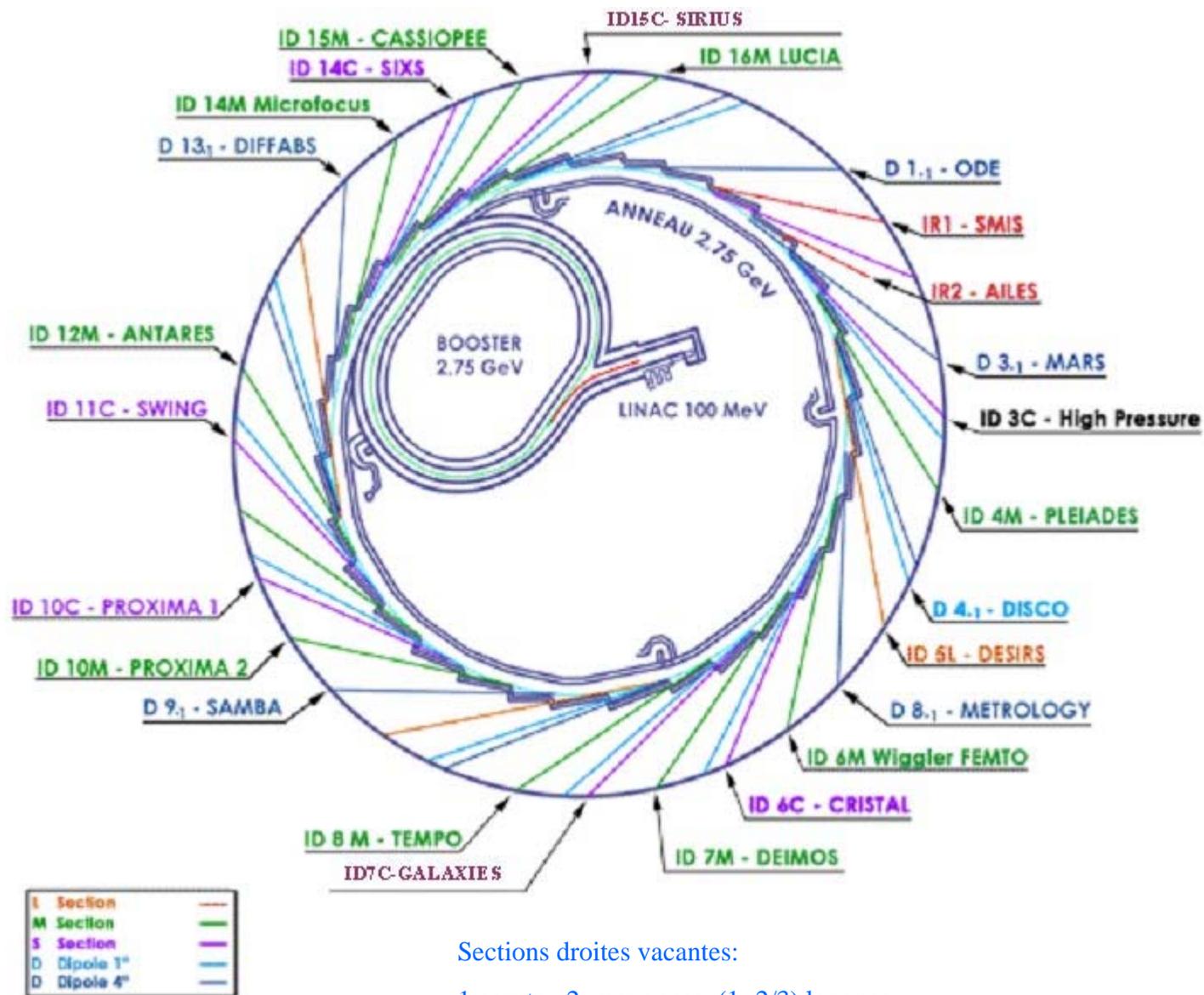
Evaluation critique du Conseil Scientifique Consultatif

Reprise du projet : recentrage ou fusions,

nouvelle consultation de la communauté des utilisateurs

Nouvelle évaluation...

22 lignes en construction + 3 en fin d'évaluation



Budget Ventilé Par Ligne

Ligne LUCIA	2 603
Ligne PROXIMA 1	2 630
Ligne CASSIOPEE	3 126
Ligne SAMBA	2 626
Ligne SWING	2 791
Ligne CRISTAL	2 791
Ligne TEMPO	1 638
Ligne DESIRS	1 884
Ligne DIFFABS	1 229
Ligne ODE	1 800
Ligne METROLOGIE	981
Ligne SMIS	900
Ligne AILES	900
Ligne PLEIADE	2 632
Ligne MARS	2 623
ANTARES	1 664
Ligne CD BIO	1 312
Ligne BLP 3	2 458
Ligne BLP 4	2 786
Ligne PROXIMA 2	2 787
Ligne SIXS	2 786
Ligne HP	2 788
Ligne GALAXIES	2 788
Ligne SIRIUS	2 786
Ligne n° 24	2 785
Ligne n° 25	1 872
Onduleurs	1 961

LUCIA 0.7-7 keV

2006

METROLOGY

DESIRS 5-40 eV

SMIS

AILES

CASSIOPEE 10-1000 eV

TEMPO 100-1500 eV

PROXIMA I 4-18 keV

CRISTAL 4.5-30 keV

SWING 3-17 keV

DIFFABS 3-25 keV

SAMBA 4-40 keV

ODE 3.5-23 keV

2007

DISCO 5-20 eV

PLEIADES 10-1000 eV

MICROFOCUS 50-1500 eV

ANTARES 10-900 eV

DEIMOS 350-2000 eV

PROXIMA II 4-17 keV

MARS 5-30 keV

2008

GALAXIES 4-12 keV

SIXS 4-20 keV

SIRIUS 2-10 keV

HIGH PRESSURE 10-70 keV

Micro X-ray absorption spectroscopy and imaging
→ *Operational at SLS*

3 branches: UV-VUV; soft X-rays ; hard X-rays
Spectroscopy and photochemistry in dilute matter
Mid IR microscopy and microspectroscopy. 2 branches
Far IR FT spectroscopy. High and medium resolution
Photoelectron spectroscopy. High energy & spin resolution
Photoelectron spectroscopy. Focus on time-resolved measurements
Macromolecular crystallography # 1 / BioXAS
Condensed matter crystallography
SAXS, WAXS and GISAXS
Coupled X-ray absorption spectroscopy and diffraction, high T
X-ray absorption spectroscopy: energy scan
X-ray absorption spectroscopy: energy dispersive

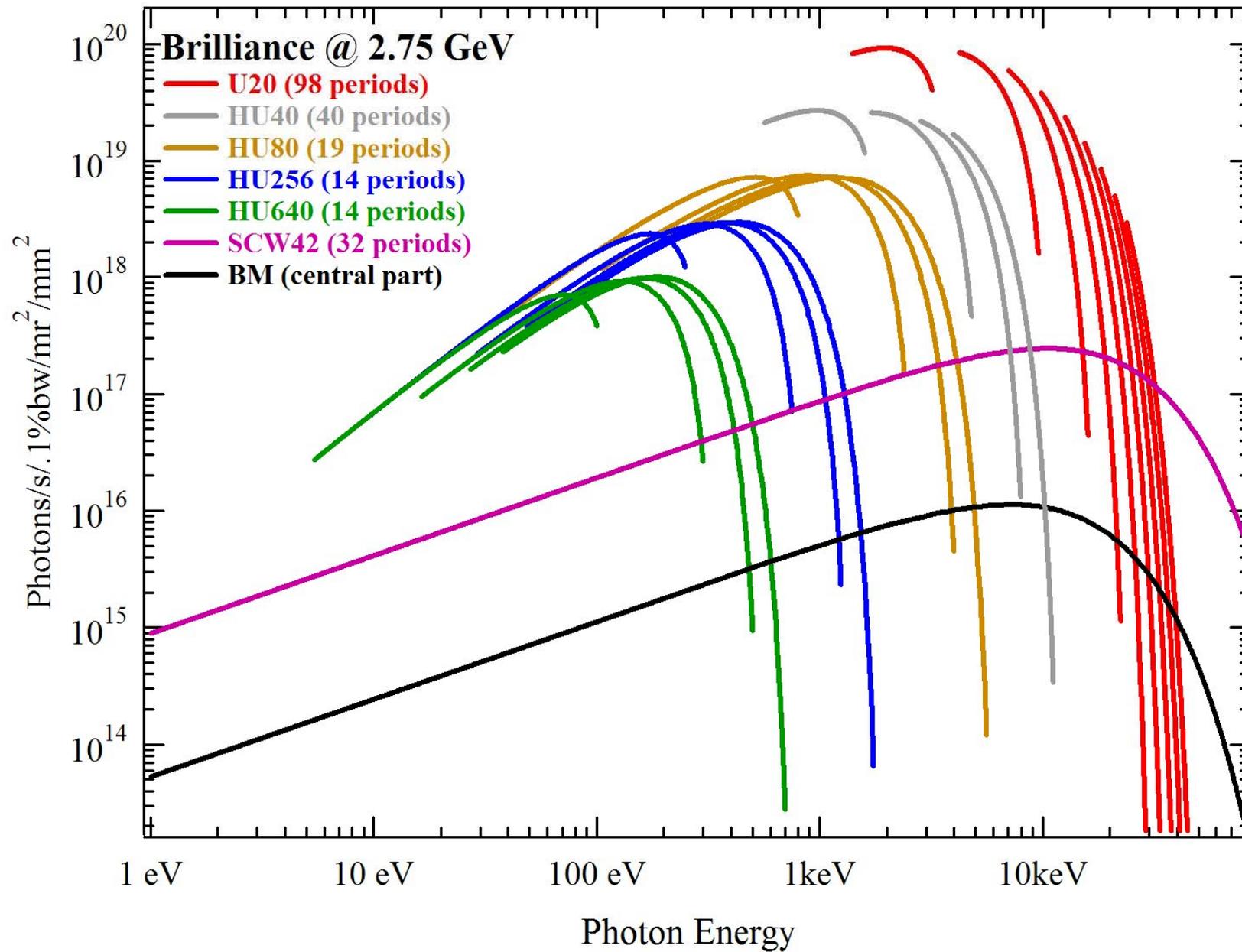
VUV Circular dichroism. Mass spectrometry. Confocal imaging
Inner shell excitations in dilute matter
XRMS, RIXS. XPEEM
Photoelectron spectroscopy
X-ray circular and linear magnetic dichroism
Macromolecular crystallography #2
Diffraction and X-ray absorption on radioactive samples

HR inelastic X-ray scattering. High energy photoemission
Diffraction on hard and soft condensed matter

Resonant diffraction on soft and magnetic interfaces
X-ray diffraction at high P (and T). X-ray tomography

Bending magnet undulator wiggler

Further APS: soft and hard X-ray microscopy, diffraction



Dispositifs d'insertions optimisés pour chaque gamme d'énergie
Groupe magnétisme et insertion + équipe de ligne

Onduleurs entièrement conçus à SOLEIL :
Onduleurs électromagnétiques

Premier onduleur construits par une entreprise extérieure
Soleil acquiert la compétence pour construire les suivants

**onduleurs à aimants permanents sous vide ou
à polarisation accordable –type APPLE II)**

Onduleurs installés sur l'anneau de stockage

section longue

section moyenne

Onduleur électromagnétique
HU640 UV-VUV



Onduleur électromagnétique
HU256 VUV X-mous

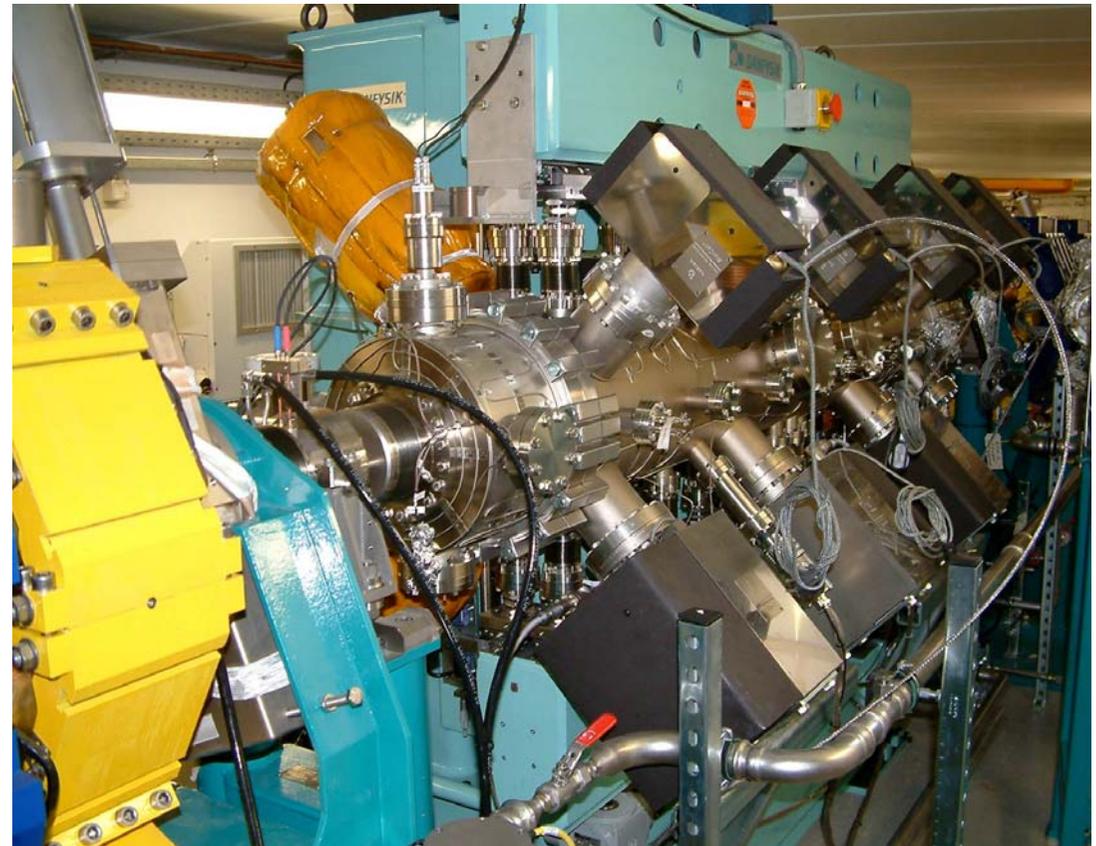


Onduleurs à aimants permanents en place

Section moyenne
Onduleur Apple-II
HU80 X-mous



Section courte
Onduleur sous vide
U20 X-durs



ORGANIGRAMME DIVISION EXPERIENCES

SCIENCES DE LA MATIERE

SCIENCES DU VIVANT

4C

1 Directeur :

1 Directeur :

Période de Construction

2 Directeurs Adjoints

Période de Fonctionnement

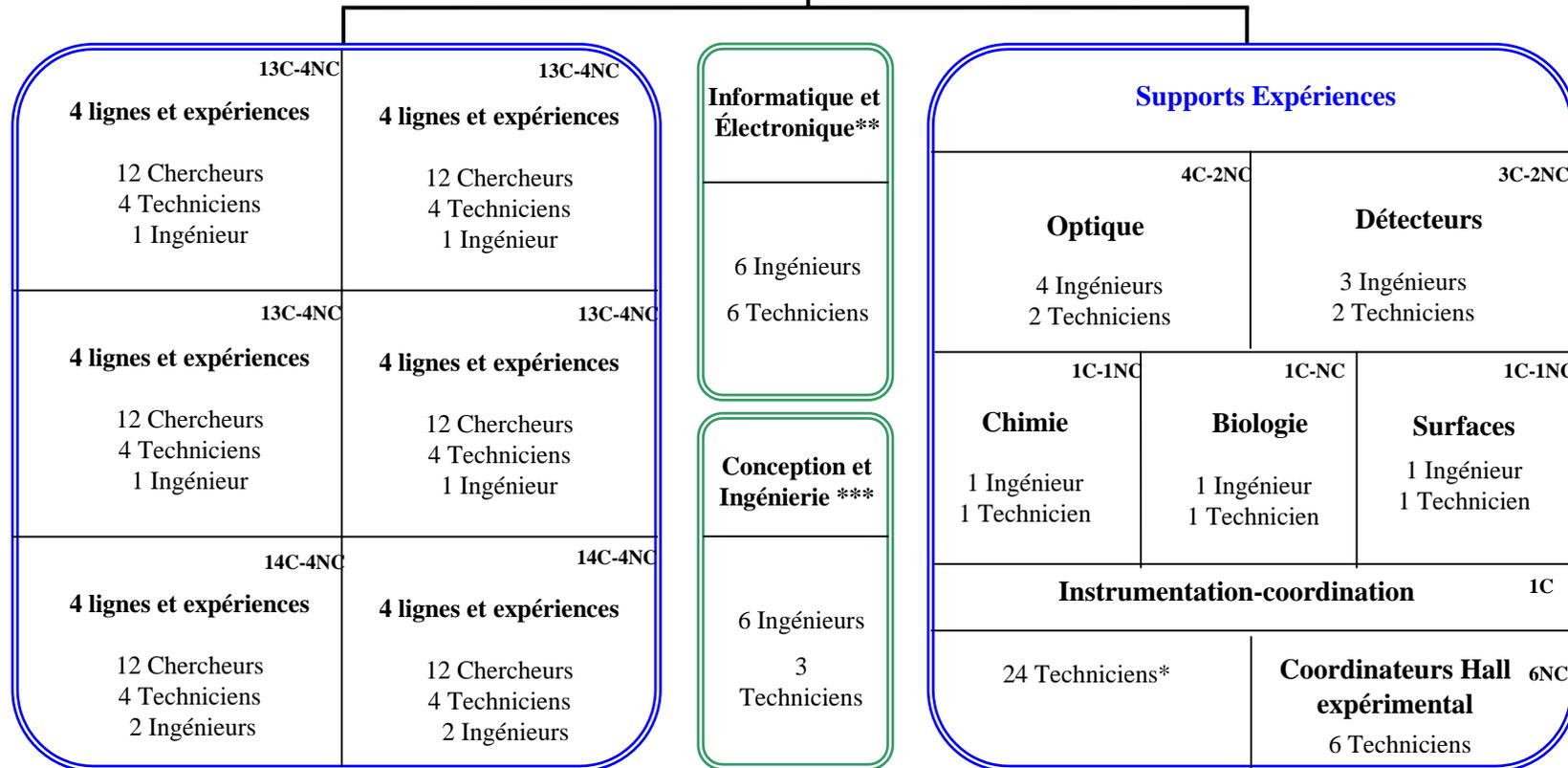
Responsables des Sections Scientifiques

XXX

XXX

1 C-5 NC

Secrétariat /
Relations Utilisateurs /
Documentation



Dernière mise à jour : 21/09/2005

* Techniciens comptés dans le cadre des lignes de lumière

** personnels comptés dans le Service Informatique

*** personnels comptés dans les

Services Techniques

Michèle Sauvage-Simkin, Ecole IN2P3, La Londe les Maures, Juin 2006

Les étapes instruites par la direction scientifique

- **Recrutement des chefs de projets = responsable de lignes**

Constitution de l'équipe projet: scientifiques et Ing. (Div EXP)

Ressources partagées

ingénieur-projeteur (Serv Tec.)

corresp. contrôle-commande (Inf.)

corresp. Insertion (Div. Sources)

Documents contractuels en interne:

Manuel Qualité (CI) , Contrats d'Objectifs (Elec. Inf.)

- **Validation de l'avant-projet sommaire**
- **Validation de l'avant-projet détaillé et du planning directeur**

- **Rédaction des cahiers des charges**
- **Passation des marchés: Optiques**
 - e **Dispositifs Expérimentaux**
- **Réalisation des Infrastructures :** **enceintes de radioprotection**
 cabine de contrôle
 servitudes: électricité - réseau
 fluides -climatisation
- **Installation des équipements et commissioning des lignes**

Lignes de Phase 1 : Radioprotection et amenée du faisceau

infrastructure

- Enceintes plombées dans le hall; distribution des servitudes
- Traversée du tunnel et premiers éléments



equipe Ligne
G. Radioprotection
G. Conception-Ingénierie
Groupe Batiment-
Infrastructures

Equipe Ligne
G. Radioprotection
G. Conception-Ingénierie
G. Têtes de Lignes



Conditionnement optique des faisceaux

Equipe de Ligne

Groupe Optique, G. Conception–Ingénierie, G. Alignement

Miroirs : déviation
focalisation >50 miroirs différents
filtre passe-bas

Eléments dispersifs : monochromatisation

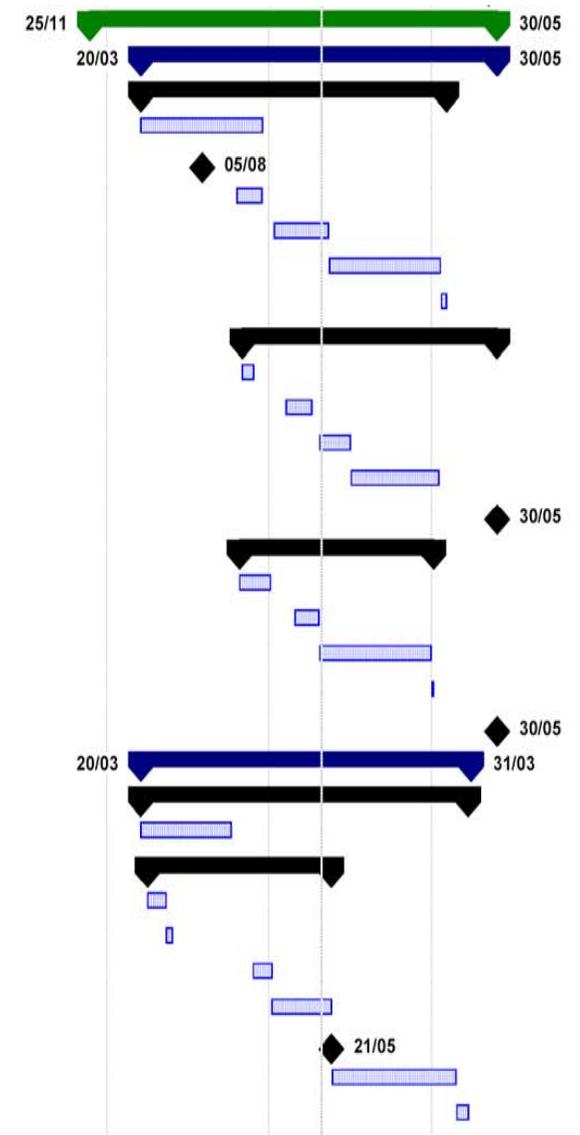
Réseaux,
monocristaux,
multicouches

R et D : brevet

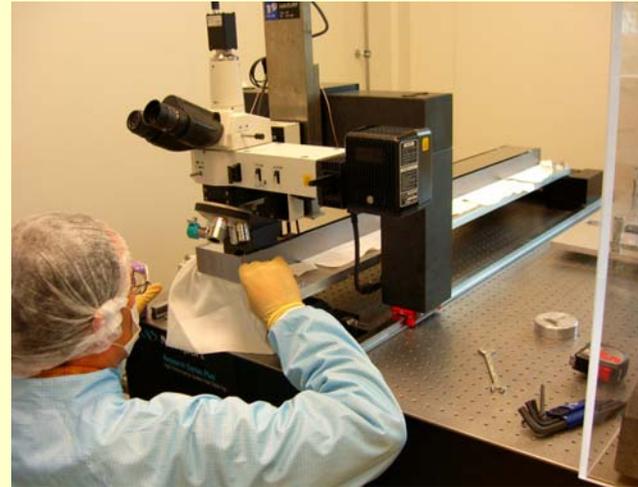
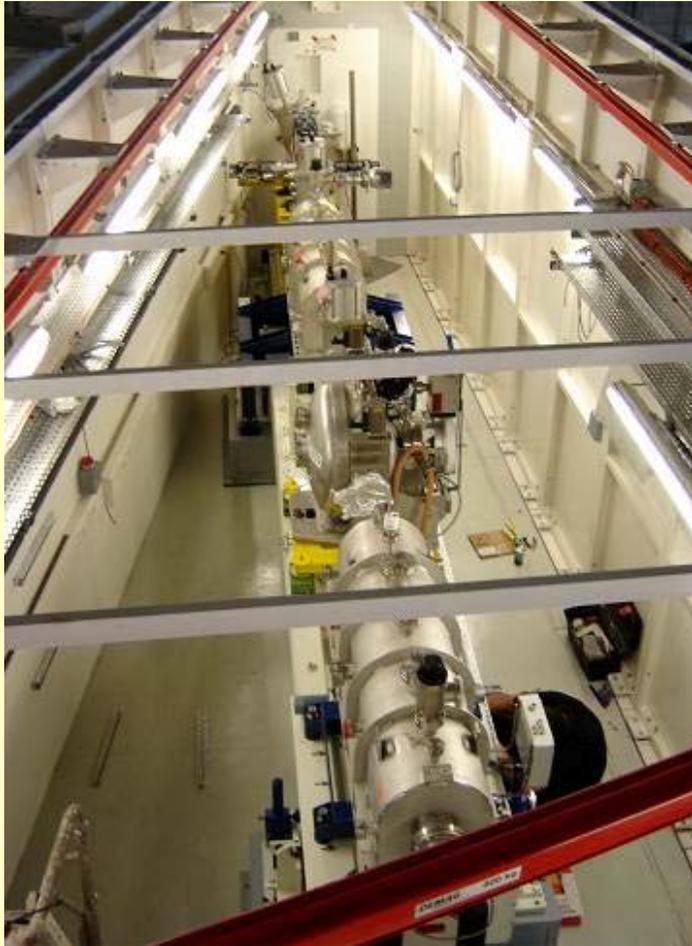
Chambres ultra-vidé associées + degrés de libertés

Détail Optique PROXIMA1

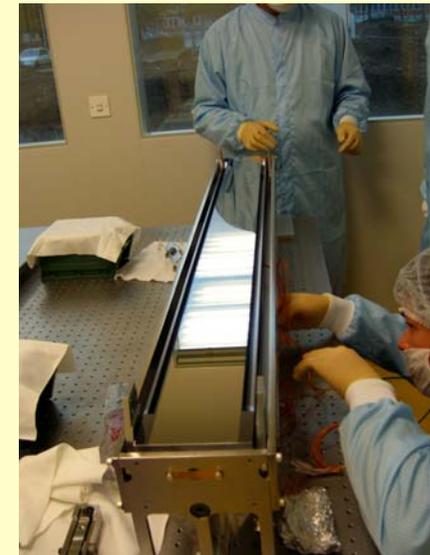
45	Optique	655 jours	Lun 25/11/02	Lun 30/05/05
46	Monochromateur	572 jours	Jeu 20/03/03	Lun 30/05/05
47	Mécanique	492 jours	Jeu 20/03/03	Ven 04/02/05
48	Conception détaillée	196 jours	Jeu 20/03/03	Jeu 18/12/03
49	Avis de pré information	0 jour	Mar 05/08/03	Mar 05/08/03
50	AAPC + dépouillement	40 jours	Mer 22/10/03	Mar 16/12/03
51	Appel d'offres + dépouillement	88 jours	Mer 14/01/04	Ven 14/05/04
52	Suivi de fabrication	180 jours	Lun 17/05/04	Ven 21/01/05
53	Contrôle et approbation	10 jours	Lun 24/01/05	Ven 04/02/05
54	Refroidissement cryo (lot commun Swing + Cristal +lignes X mous)	410 jours	Lun 03/11/03	Lun 30/05/05
55	Conception	20 jours	Lun 03/11/03	Ven 28/11/03
56	AAPC + dépouillement	42 jours	Mar 10/02/04	Mer 07/04/04
57	Appel d'offres + dépouillement	50 jours	Lun 26/04/04	Ven 02/07/04
58	Suivi de fabrication 1er prototype + tests	142 jours	Lun 05/07/04	Mar 18/01/05
59	Livraison	0 jour	Lun 30/05/05	Lun 30/05/05
60	Cristaux	313 jours	Mar 28/10/03	Jeu 06/01/05
61	Conception détaillée + plans de définition	50 jours	Mar 28/10/03	Lun 05/01/04
62	Mise en concurrence	40 jours	Lun 01/03/04	Ven 23/04/04
63	Fabrication	180 jours	Lun 26/04/04	Ven 31/12/04
64	Contrôle et approbation	4 jours	Lun 03/01/05	Jeu 06/01/05
65	Monochromateur prêt pour assemblage	0 jour	Lun 30/05/05	Lun 30/05/05
66	2 Miroirs de sortie (commun U20)	531 jours	Jeu 20/03/03	Jeu 31/03/05
67	Miroir	527 jours	Jeu 20/03/03	Ven 25/03/05
68	Conception détaillée + plans de définition + CdCF	145 jours	Jeu 20/03/03	Mer 08/10/03
69	Marché	296 jours	Ven 04/04/03	Ven 21/05/04
70	AAPC	30 jours	Ven 04/04/03	Jeu 15/05/03
71	Dépouillement offres	10 jours	Ven 16/05/03	Jeu 29/05/03
72	Appel d'offres	30 jours	Ven 28/11/03	Jeu 08/01/04
73	Dépouillement offres + prépa docs définitifs	96 jours	Ven 09/01/04	Ven 21/05/04
74	Notification	0 jour	Ven 21/05/04	Ven 21/05/04
75	Suivi de fabrication	200 jours	Lun 24/05/04	Ven 25/02/05
76	Contrôle et approbation	20 jours	Lun 28/02/05	Ven 25/03/05



cabane « optique »



Métrie en
salle blanche



Miroir et
courbeur

Dispositifs expérimentaux

Equipe de Ligne

Groupes détecteur, Instrumentation, G. conception-ingénierie

Conditionnement de l'échantillon

Température, pression, contrainte
Champs électrique ou magnétique
UHV, atmosphère contrôlée...

Prise de données = détecteurs

Photons
Electrons
ions

Instruments

Prototypes

Conception

Commerciaux

Soleil

Instruments

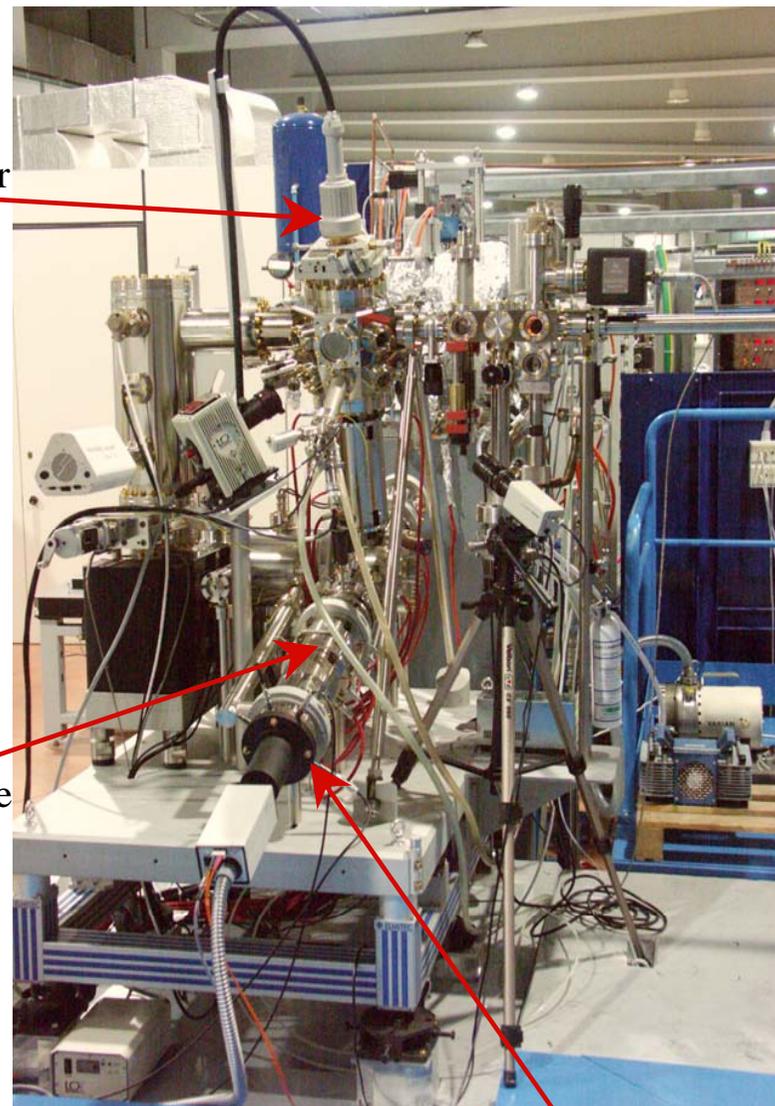
Diffractomètre 6C commercial



XPEEM : prototype

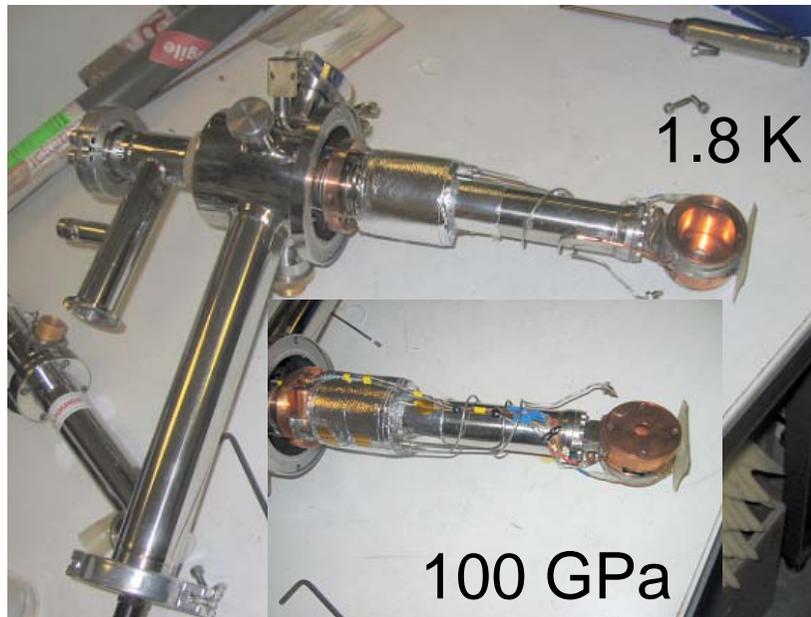
Manipulateur

Colonne
Microscope



Détecteur

Exemple de dispositif très basse température, haute pression et fort champ magnétique supraconducteur



Problèmes induits par le retard de 12 mois

Gestion des **ressources partagées** entre programmes Sources et
Expériences :

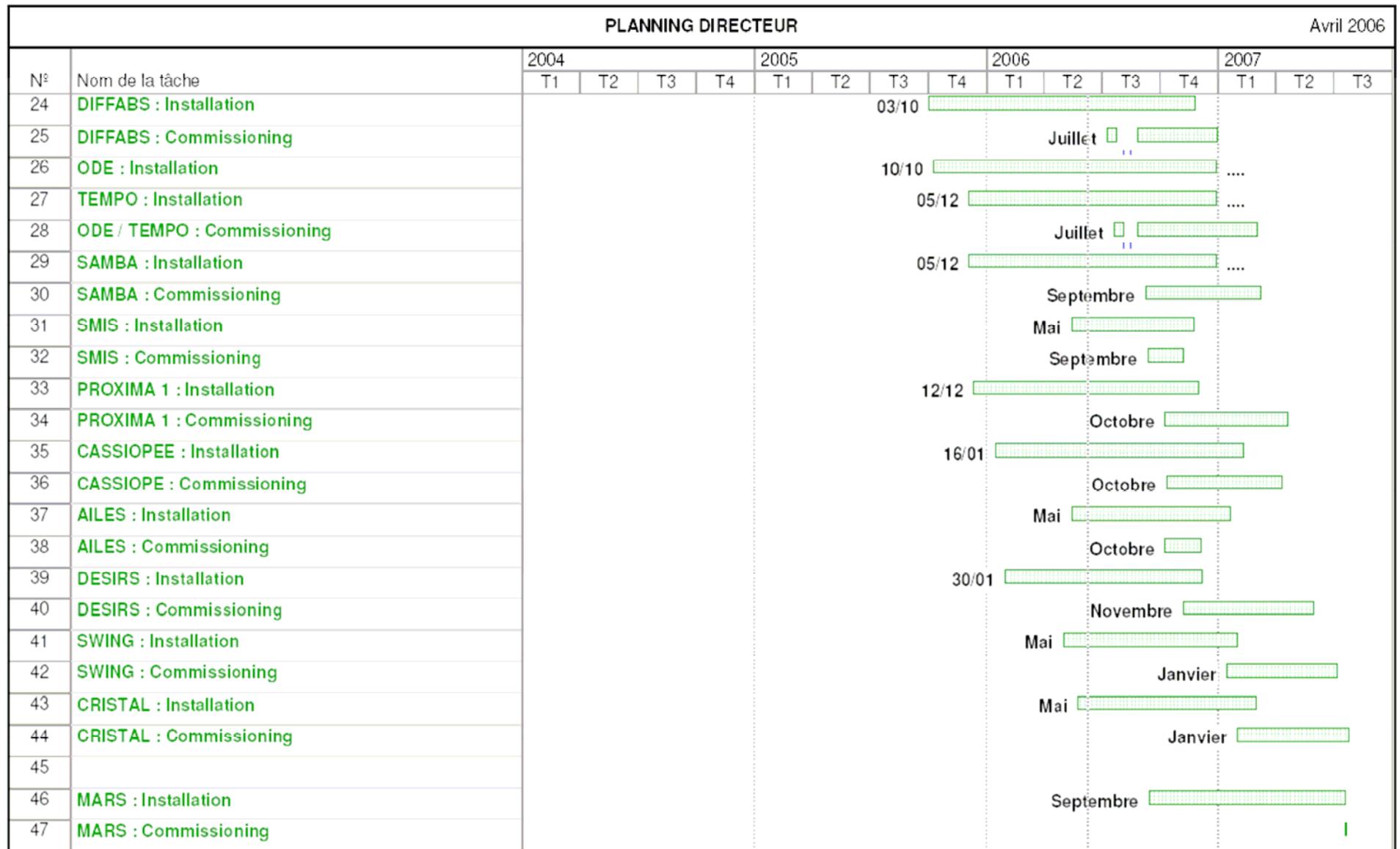
principe de **priorité pour le démarrage de la Machine** = retard pour
l'installation et le commissioning des lignes

Coactivité dans le hall expérimental : partage de l'espace, des
engins de levage

Contraintes de radioprotection pendant le commissioning de
l'anneau (finalement très faibles)



Le planning directeur : démarrage des premières lignes





Réflexions à ce jour sur le déroulement du programme Expériences

Bonne gestion de la complexité

Points difficiles :

Priorité standardisation ou performances spécifiques?

Développement d'Interfaces « Utilisateurs » sur chaque ligne peu avancé

Protocole de contrôle informatique TANGO, nouveau pour un déploiement à une telle échelle :

Impossible de transférer des interfaces développées dans d'autres centres

Rendez-vous crucial pour les lignes **le 17 juillet**

Le rôle du management de projet est primordial

- **réactivité pour régler les problèmes**

- ⇒ Trancher rapidement les sujets brûlants
- ⇒ Prendre en compte les avis divergents et expliciter le choix
- ⇒ Ne pas chercher de coupables mais accompagner les responsables
- ⇒ Identifier les conflits internes au plus tôt

- **Valoriser la contribution de chacun**

- ⇒ maintenir l'enthousiasme dans les moments les plus difficiles
- ⇒ stimuler l'esprit d'équipe
- ⇒ Ne pas transférer son stress mais propager sa motivation

Exploitation

- 2500 utilisateurs par an, dont au moins un quart d'étrangers escompté
Projets sélectionnés par Comités d'Experts indépendants siégeant deux fois par an
- 24 lignes de lumière en 2009, avec de 1 à 3 installations expérimentales par ligne en alternance ou simultanées
- 43 lignes possibles, dont 21 sur insertions