

METEOSPACE

Surveillance solaire pour la météorologie de l'espace

J.-M. Malherbe



A) Contexte international des observations systématiques

B) Observations solaires systématiques nationales

C) Projet METEOSPACE



Direction générale de l'armement

Mouvance européenne: SSA/ESA

« Space Situational Awareness »

Cadre national: PNST + SO / INSU

Cadre local: programme transverse CS/OP

A) Contexte international des observations systematiques

Espace: observations continues en UV (SDO)

**Sol: observations continues en H alpha avec répartition mondiale
des observations en longitude**

- bons sites avec observations continues (ex: réseau GONG)
- Sites moyens avec quelques images par jour (ex: Meudon)

**Contexte sol: réseaux mondiaux répartis en longitude pour suivi
24H/24 de l'activité solaire**

Global H α network (8 stations hétérogènes, peu d'observations continues)

+ Réseau héliosismologique GONG (7 bons sites homogènes pour observations continues, le seul européen est Tenerife)

**Big Bear
Solar
Observatory**



21:20:40 UT Jul 31,
2013

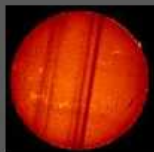


21:20:40 UT Jul 31,
2013

**Observatory
de Paris,
Meudon**

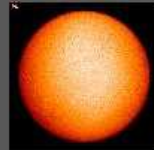


13:33:48 UT Jul 31,
2013



13:33:48 UT Jul 31,
2013

**Uccle Solar
Equatorial
Table**

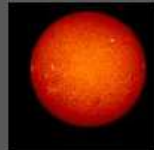


14:46:31 Jul 31,
2013



14:46:31 Jul 31,
2013

**Observatoire
Midi-
Pyrénées**



08:12:46 UT Jul 31,
2013



08:12:46 UT Jul 31,
2013

**Kanzelhöhe
Solar
Observatory**



06:09:23 UT Jul 31,
2013



06:09:23 UT Jul 31,
2013

**Catania
Astrophysical
Observatory**



06:56:26 UT Jul 31,
2013

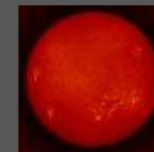


06:56:26 UT Jul 31,
2013

**Yunnan
Astronomical
Observatory**



01:54:13 Aug 09,
2012



01:54:13 Aug 09,
2012

**Huairou
Solar
Observatory**



03:21:00 UT Jul 25,
2013



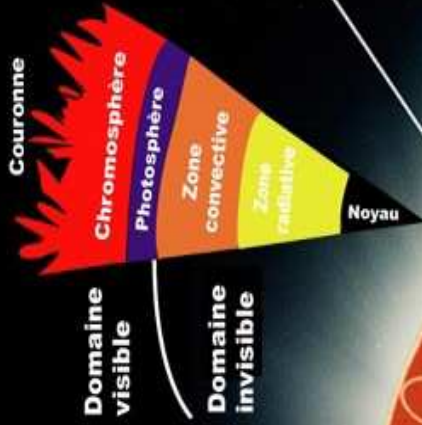
03:21:00 UT Jul 25,
2013

Couronne :

Atmosphère externe du soleil sans limite définie.

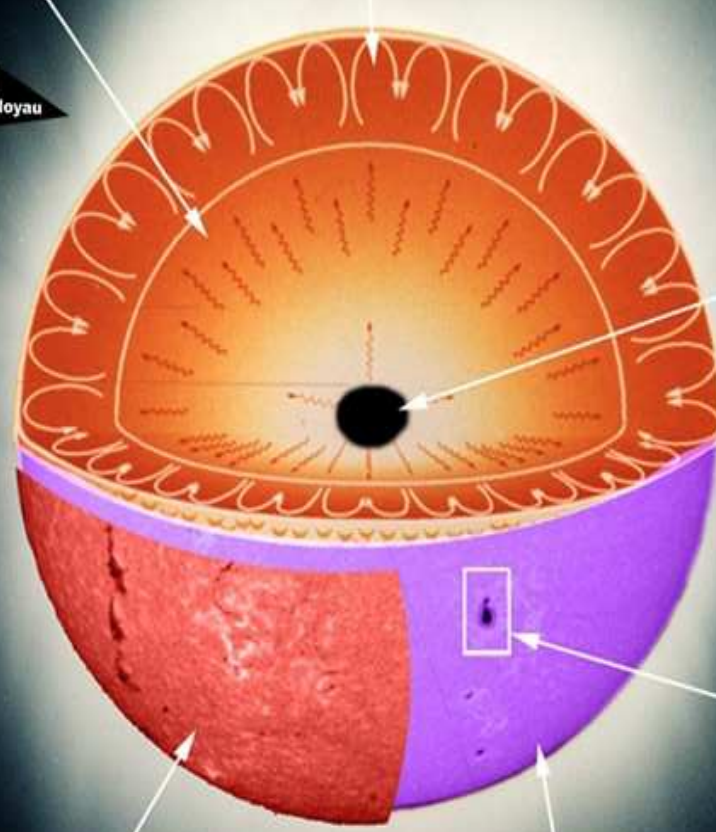
Chromosphère :

Couche très hétérogène. Epaisseur 2 000 à 3 000 km.



Zone radiative :
Transfert de l'énergie par rayonnement.

Zone convective :
Evacuation de l'énergie par mouvement (bouillonnement).



Noyau :

Très dense, très chaud; siège des réactions nucléaires qui fournissent l'énergie du soleil.

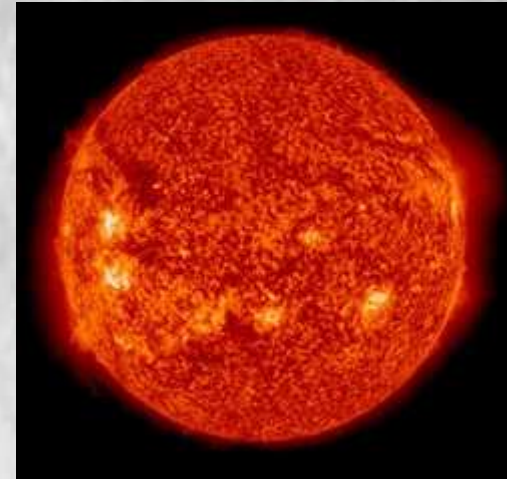
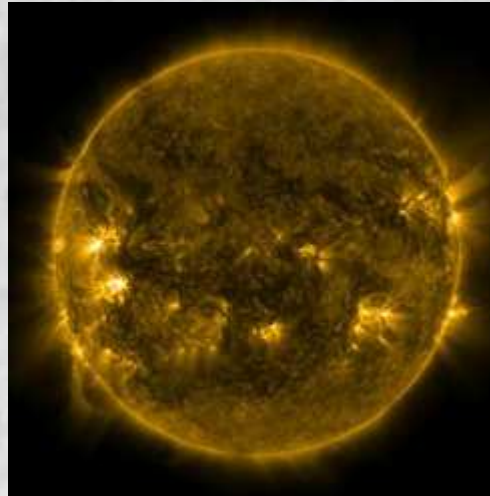
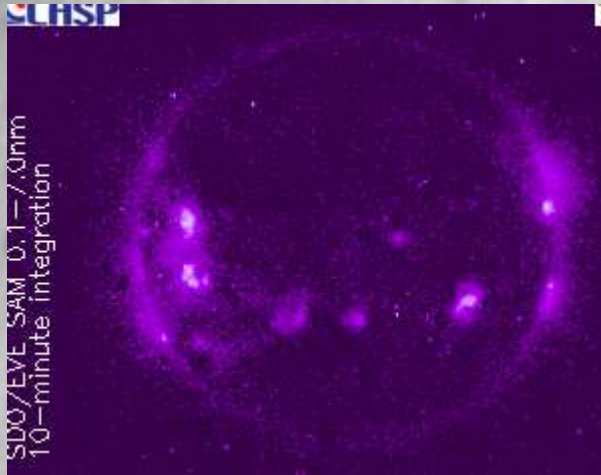
Taches :

Région sombre car plus froide, dû au champ magnétique plus fort. Plusieurs milliers de kilomètres.

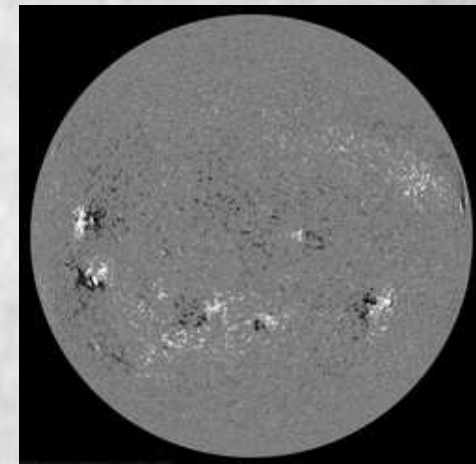
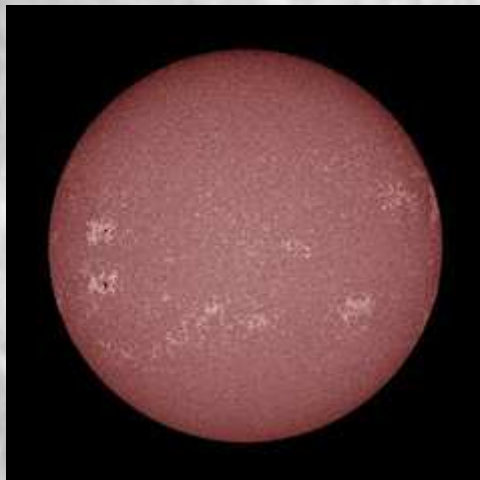
Photosphère : et "surface" solaire.

Observable en lumière blanche ou dans la raie du calcium ionisé (K1v). Structure de petits grains brillants (1 000 km).

Contexte spatial: SDO/NASA 1 image/min, X, UV, optique



Couronne 10^6K , Zone de Transition 10^5K , photosphère 6000 K



MAIS: pas d'observation chromosphérique à la source de l'activité solaire

B) Observations nationales systematiques

- *Observatoire de Paris à Meudon (label SO6/INSU)*

Objectif adapté au faible ensoleillement: observations à l'échelle du cycle à raison d'une image/jour (chromosphère)

→ VARIABILITE, CYCLICITE A LONG TERME

- *Observatoire Midi Pyrénées / Pic du Midi (label SO6/INSU)*

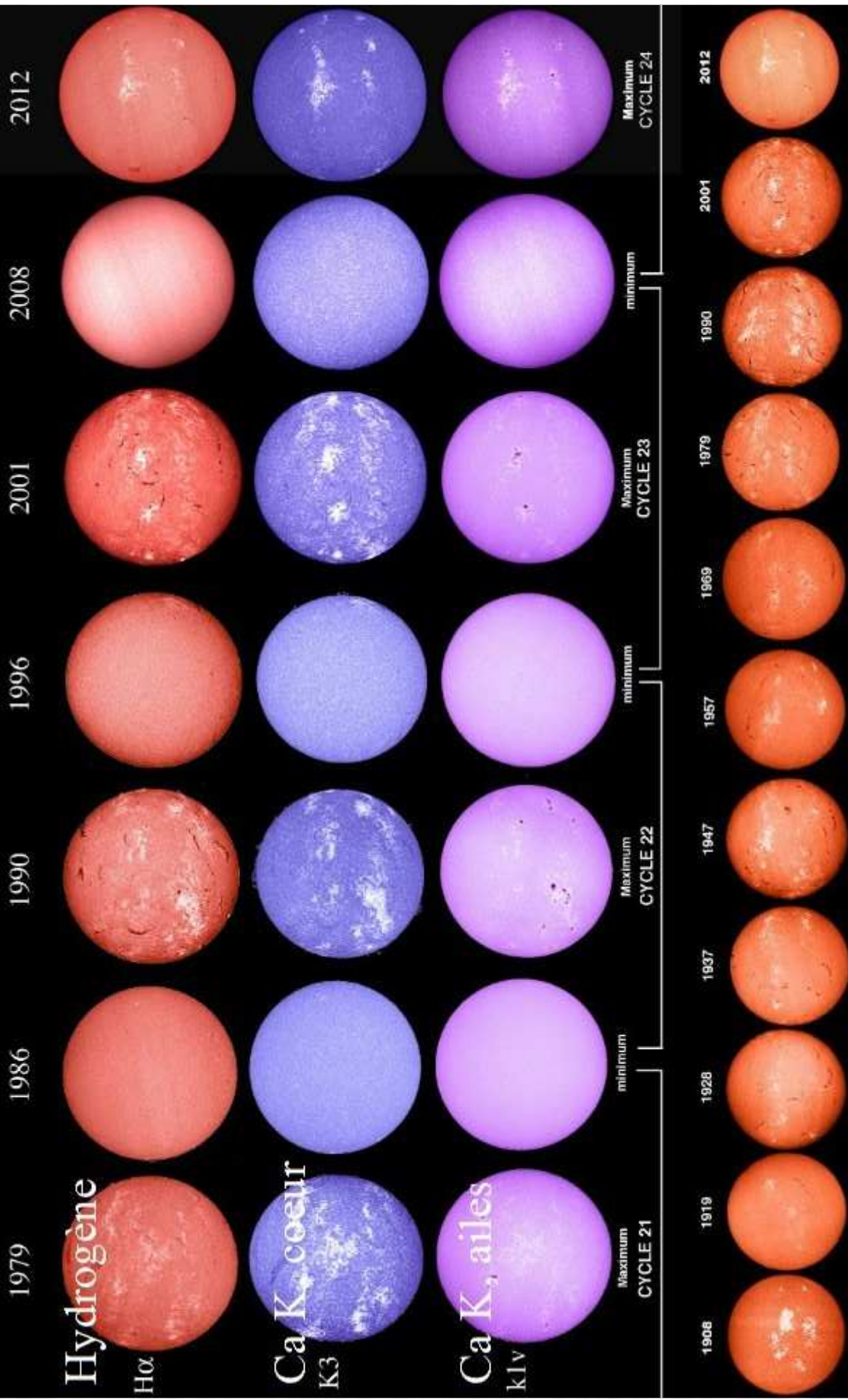
Instrument CLIMSO privé (FIDUCIAL) à fonctionnement associatif (les Observateurs Associés) sous pilotage scientifique de l'IRAP (chromosphère, couronne)

- *Observatoire de la Côte d'Azur / Calern*

PICARD sol (imagerie photosphérique) auquel se joindra METEOSPACE pour former un nouveau SO

CYCLES DE 11 ANS

Observatoire de Paris



C) METEOSPACE

SURVEILLANCE DES PHENOMENES DYNAMIQUES

Héritage de
METEOSPACE:

**Année Géophysique
Internationale de 1957 et le
filtre monochromatique
biréfringent de Lyot**

3 Juillet 1957
7h14 à 10h30

*Bernard Lyot et Lucien
d'Azambuja en 1952 →*



METEOSPACE

Surveillance des **éruptions** et instabilités des **filaments**,
déclenchement des **CME** (échelle de temps = **24 H**)

+ **OUTILS OPÉRATIONNELS DE PRÉVISION**

2 groupes de bénéficiaires:

*Défense nationale (Armée de l'air CDAOA) dans la lignée du
programme FEDOME: programme RAPID/DGA*

+ Communauté scientifique solaire internationale

3 partenaires: LUNA/OP/OCA – démarrage 01/10/2015

Demande déposée de création d'un SO/INSU en correspondance

Une convention financière : OP/DGE

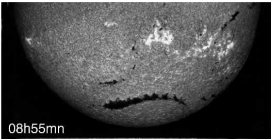
+ 3 conventions de partenariat : LUNA/OP/OCA

Prolongement du projet FEDOME (antenne solaire ORFEES à NANCAY) dans le domaine des observations optiques



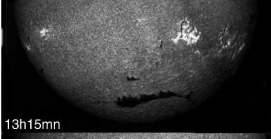
Disparition brusque d'un filament quiescent

1 Mai 1988



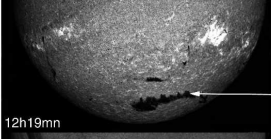
08h55mn

2 Mai 1988



13h15mn

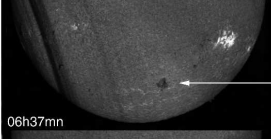
3 Mai 1988



12h19mn

Filament

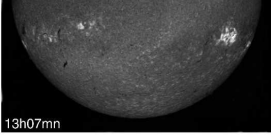
4 Mai 1988



06h37mn

Trace du filament

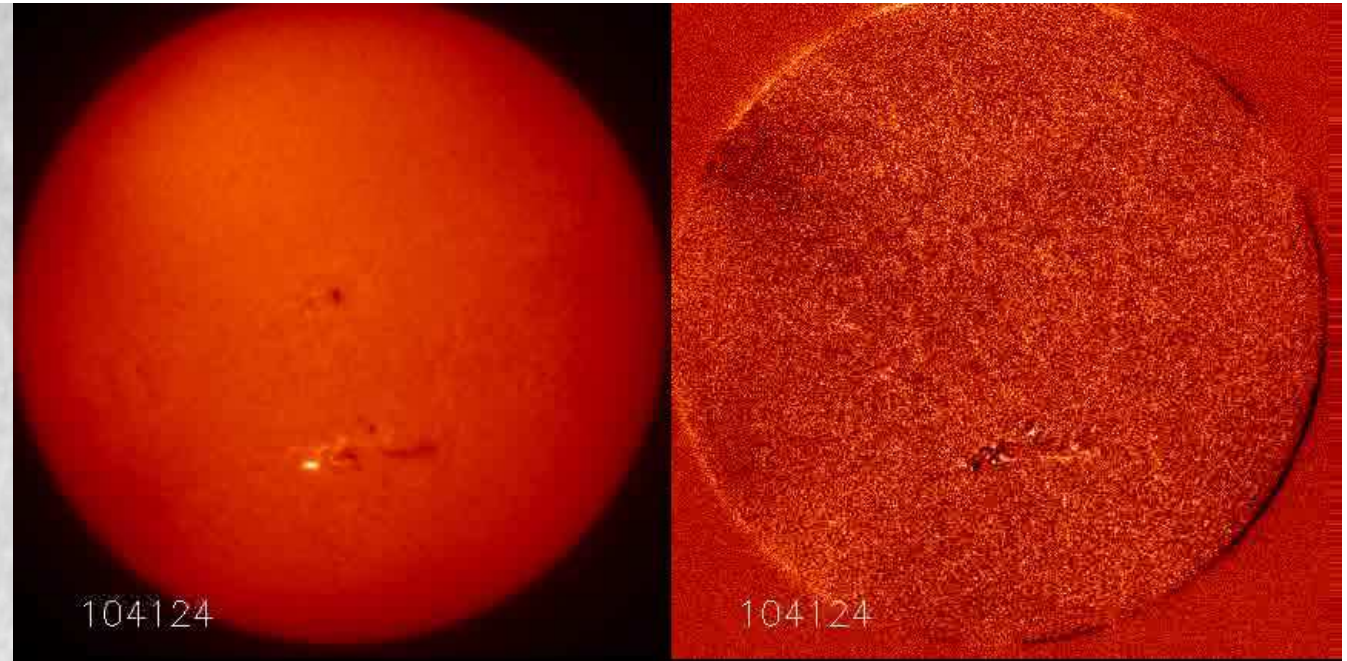
4 Mai 1988



13h07mn

Disparition du filament

Observatoire de Paris: DASOPI/PSH (UMR 8645)



Observation optique en continu des phénomènes dynamiques à la source de l'activité solaire: *éruptions, ondes de Moreton associées, déclenchement des éjections de masse coronale, déstabilisation des filaments*

→ Un site ensoleillé est indispensable pour l'observation continue

→ Un cadre institutionnel avec label SO/INSU est souhaitable
(reconnaissance d'utilité publique, affectation astronomes CNAP)

→ Une équipe de physique solaire locale est recommandée

→ choix de CALERN à 1270 m d'altitude (OCA)



PHASE 1: construction/réalisation 2015-2017

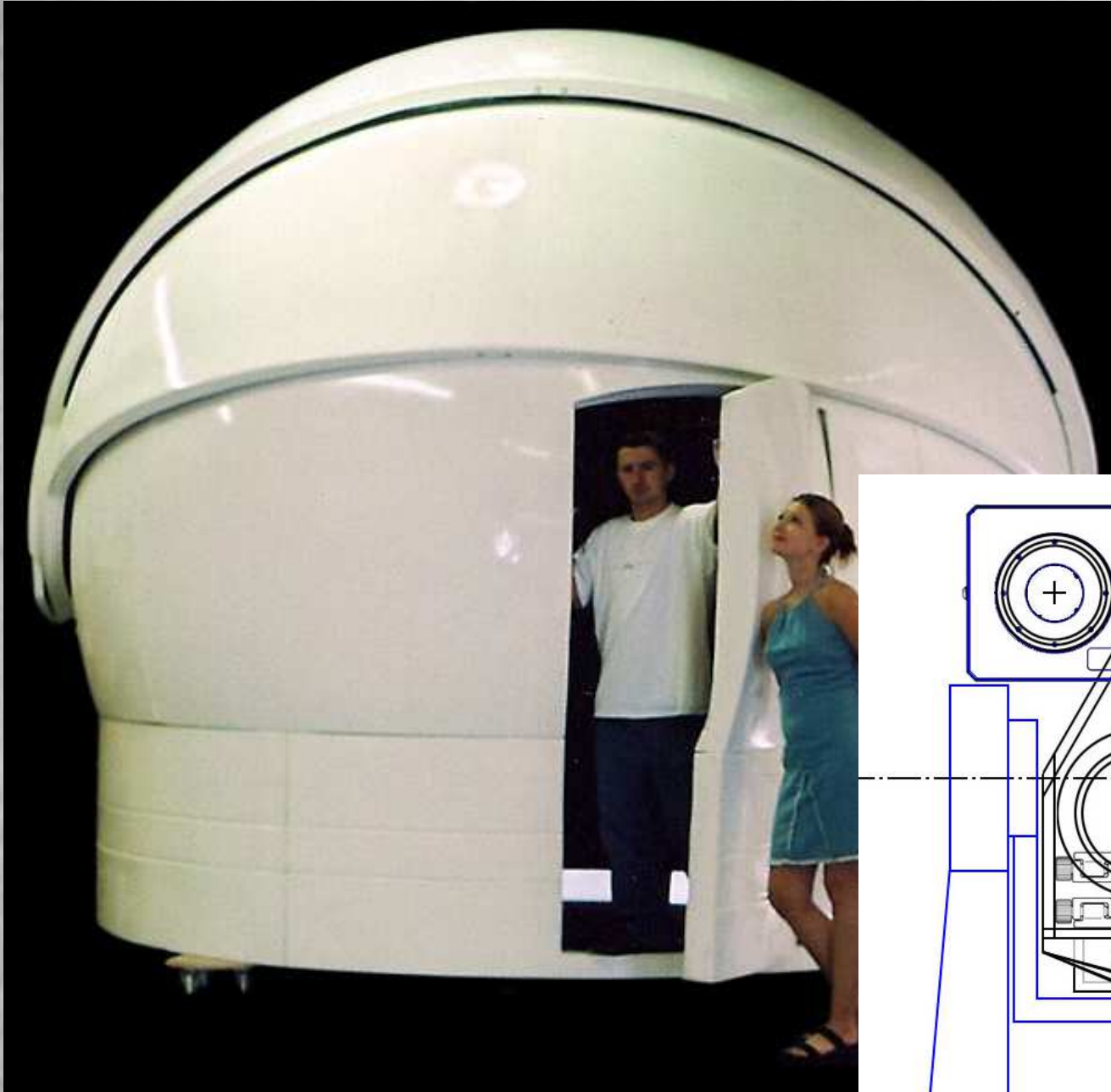
- LUNA (PI): algorithmique, outils opérationnels de prévision
- OP: instrumentation
- OCA: infrastructure d'accueil et archivage des données

PHASE 2: exploitation à partir de 2018 (à définir)

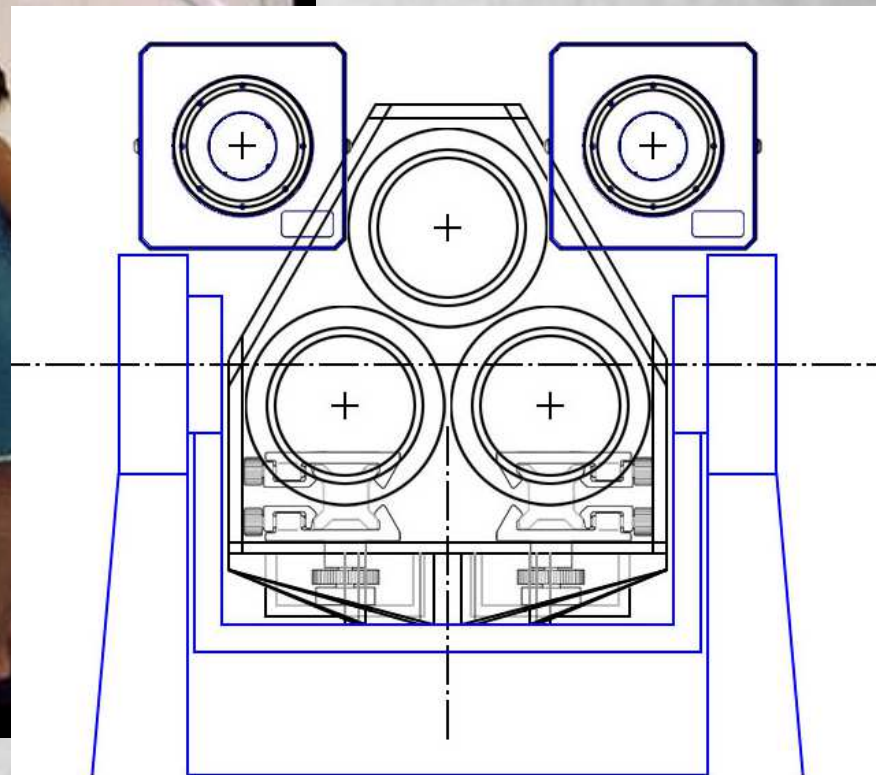
- OCA: production des données et archivage
- OP: maintenance instruments
- LUNA: jouvence outils de prévision
- **Utilisation opérationnelle (CDAOA) et scientifique**

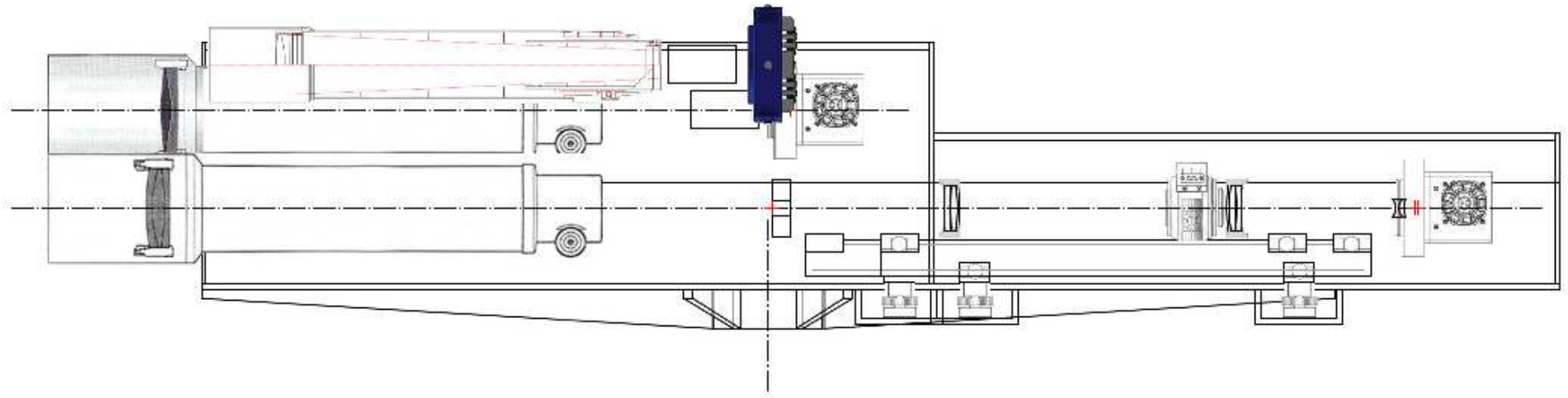
PHASE 3: extension à d'autres sites (> 2020, à définir)

- couverture en longitude pour observations 24H/24
- site complémentaire hémisphère Sud (OSU Réunion ?)

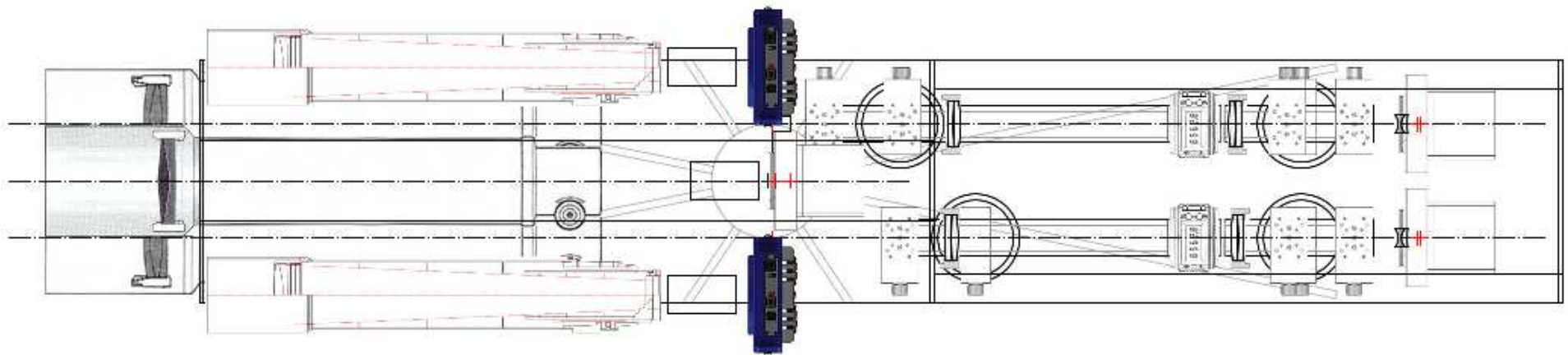


Vue de face



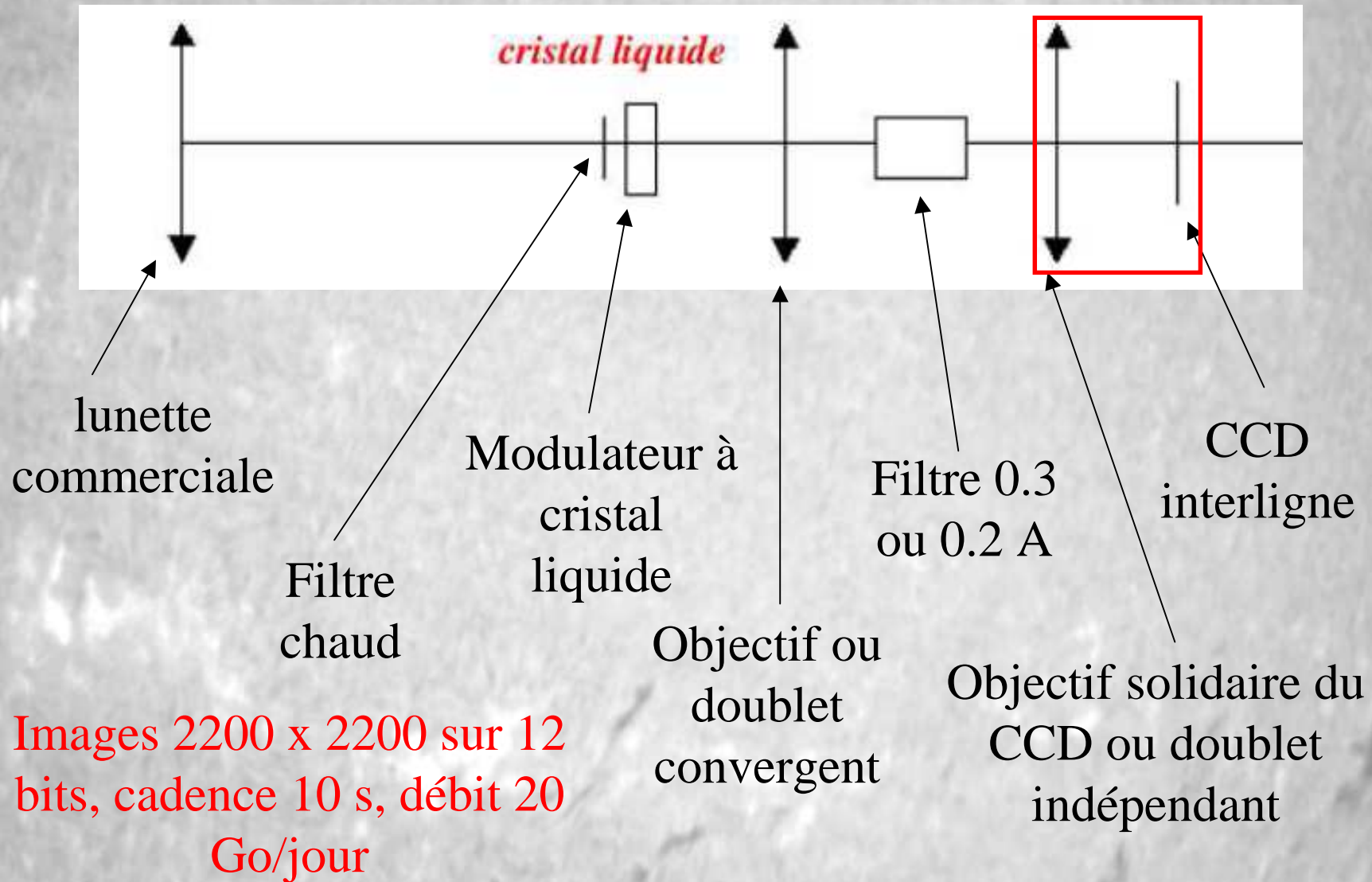


Vue de profil



Vue de dessus

Schéma de principe des lunettes



Travail OP: instruments scientifiques automatiques et guidage

chromosphère

- 1 - lunette H α , une image toutes les 10 s, Fabry Péroto DayStar de 0.3 A de bande passante

- 2 - lunette CaII K, filtre interférentiel de 1.5 A de bande passante

photosphère







- 3 - lunette NaD1 avec analyseur de polarisation et filtre DayStar de 0.2 A de bande passante, pour intensités et Stokes V

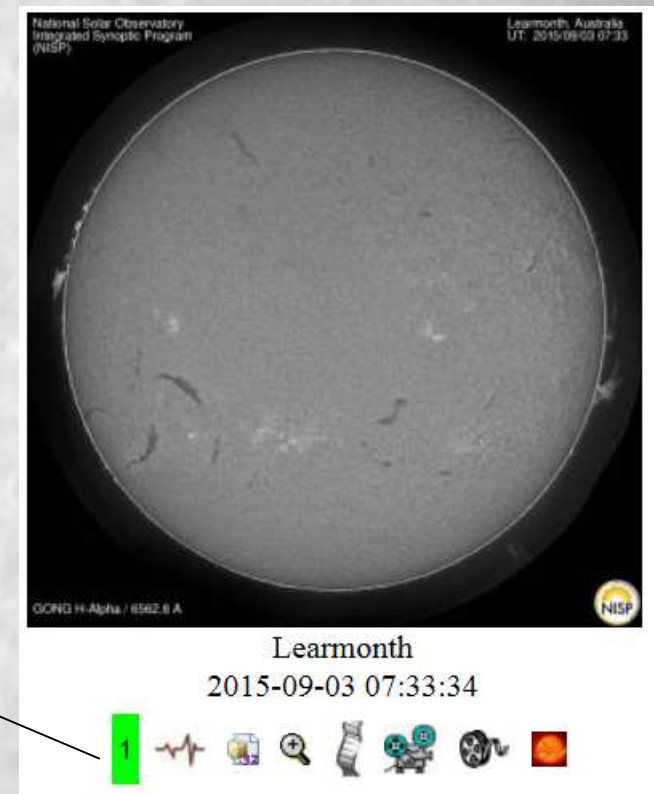
- 4 - bande G molécule CH

- 5 - lunette de réserve

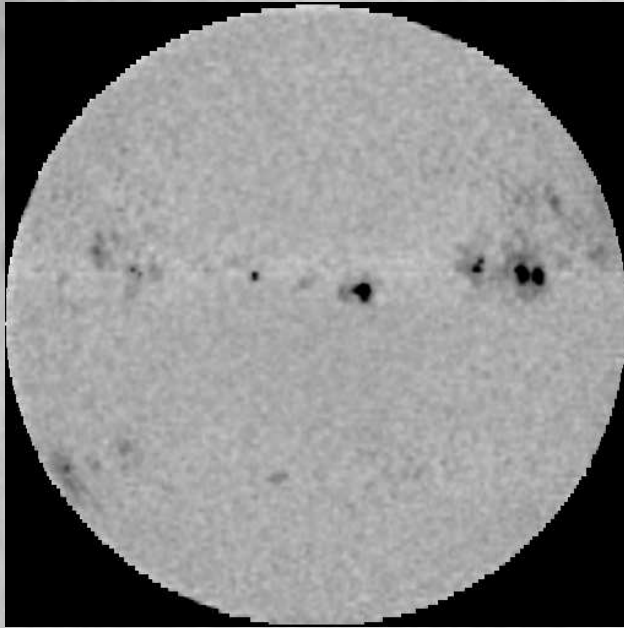
Guidage monture

Accès aux données:
partie OCA

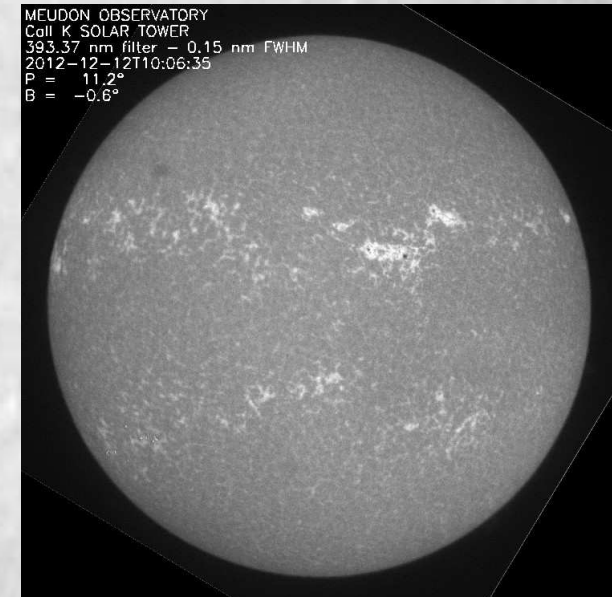
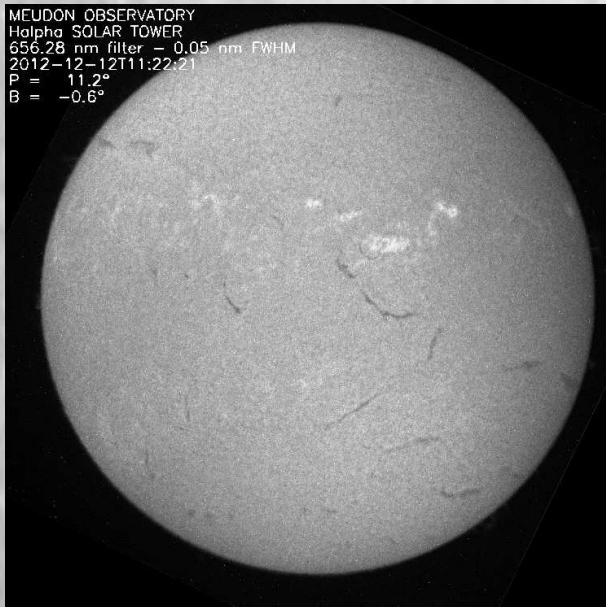
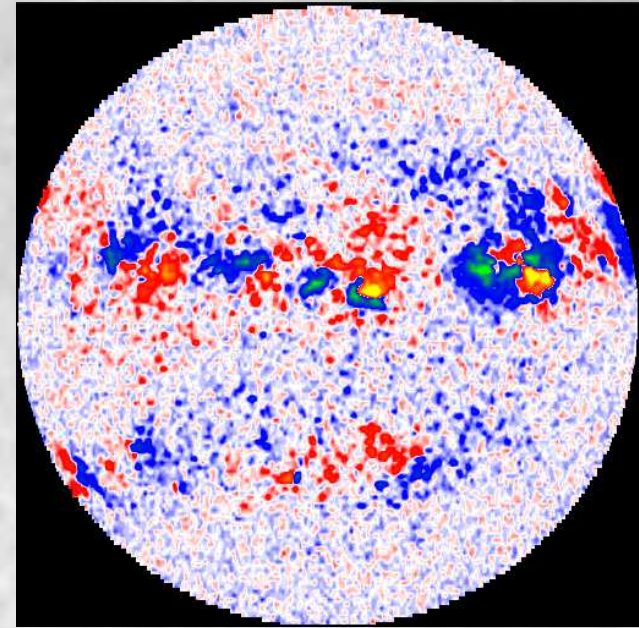
<i>N</i>	Image is <i>N</i> minutes old
	GONG monitor
	Download FITS file
	Magnify
	Movie of recent 90 images
	Movie of every 4th image for Today
	Movie of every image for Today



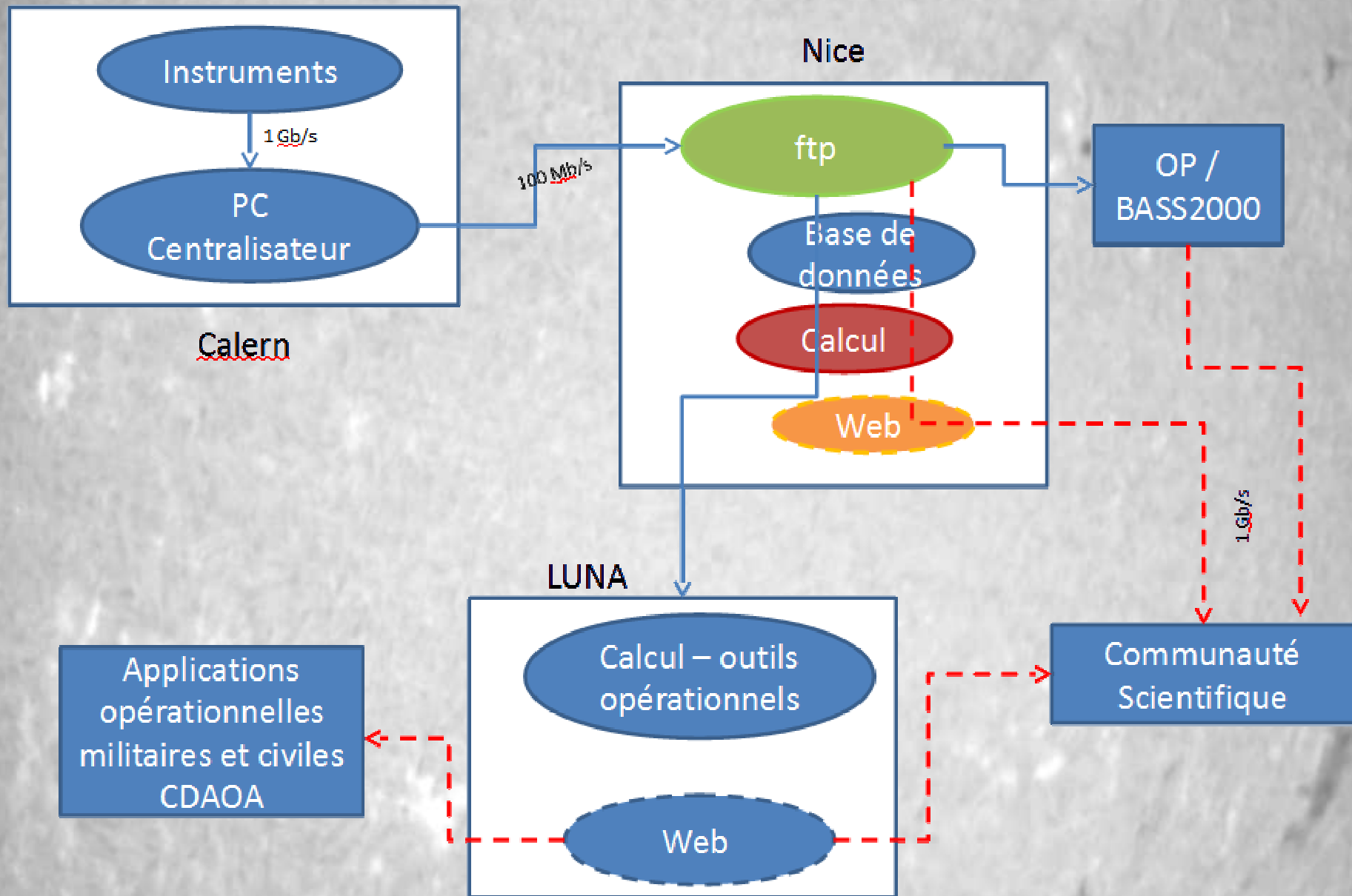
SITE DE CALERN / OCA – Exploitation 2018



Intensité et
Stokes V NaD1,
Halpaha et CaII K
Observations
continues



Service de données METEOSPACE



FINANCEMENT : PROJET RAPID/DGA – DIM ACAV/IdF LUNA (PME) – OP (LESIA) - OCA (Lagrange)

Equipements financés: coupole + instruments + base de données

DGA: 95000 € HT

DIM ACAV: 23000 € HT

OP: 25000 € HT (matériel existant mis à disposition)

+ salaires (175000 €)

Conclusion: un savoir faire séculaire en IdF initié par...

Jules Janssen (fondateur de l'Observatoire de Meudon) et **Henri Deslandres** (premier directeur de l'Observatoire de Paris-Meudon unifié en 1926) → *Début des observations systématiques vers 1910*



... et qui va perdurer !



Direction générale de l'armement