

# FOCUS

Focal Plane Array for Universe Sensing

Un LABEX dédié aux technologies de la détection pour l'astrophysique



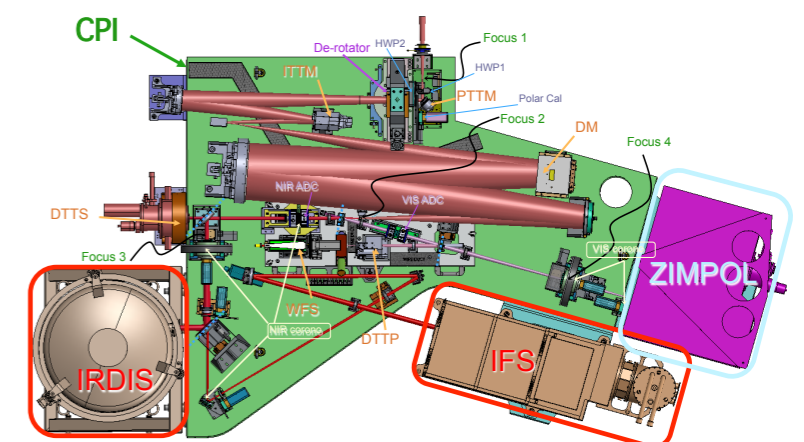
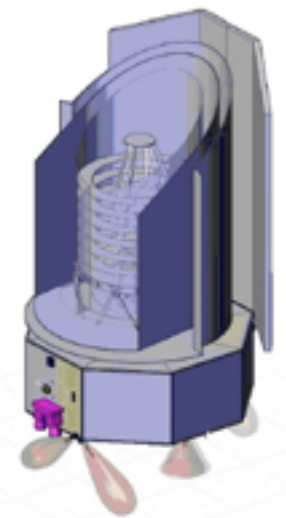
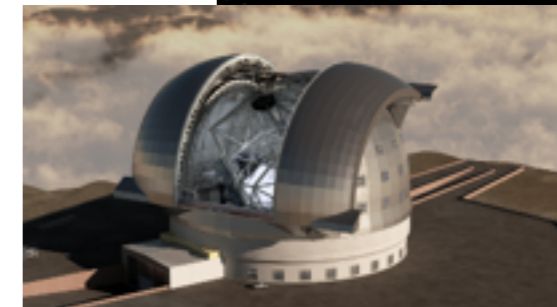
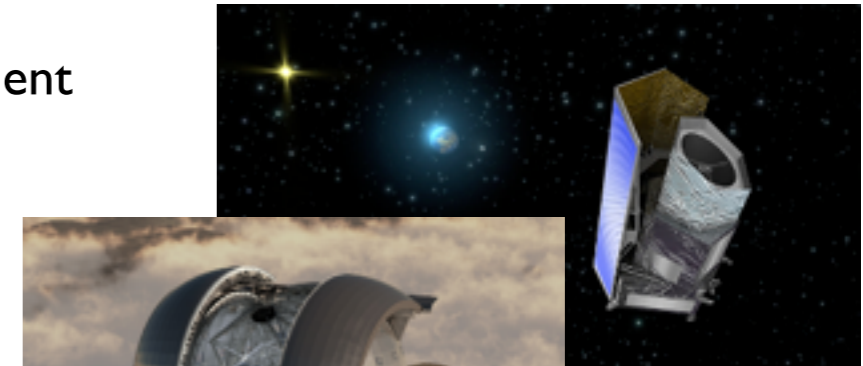
Pierre Kern

24 avril 2014



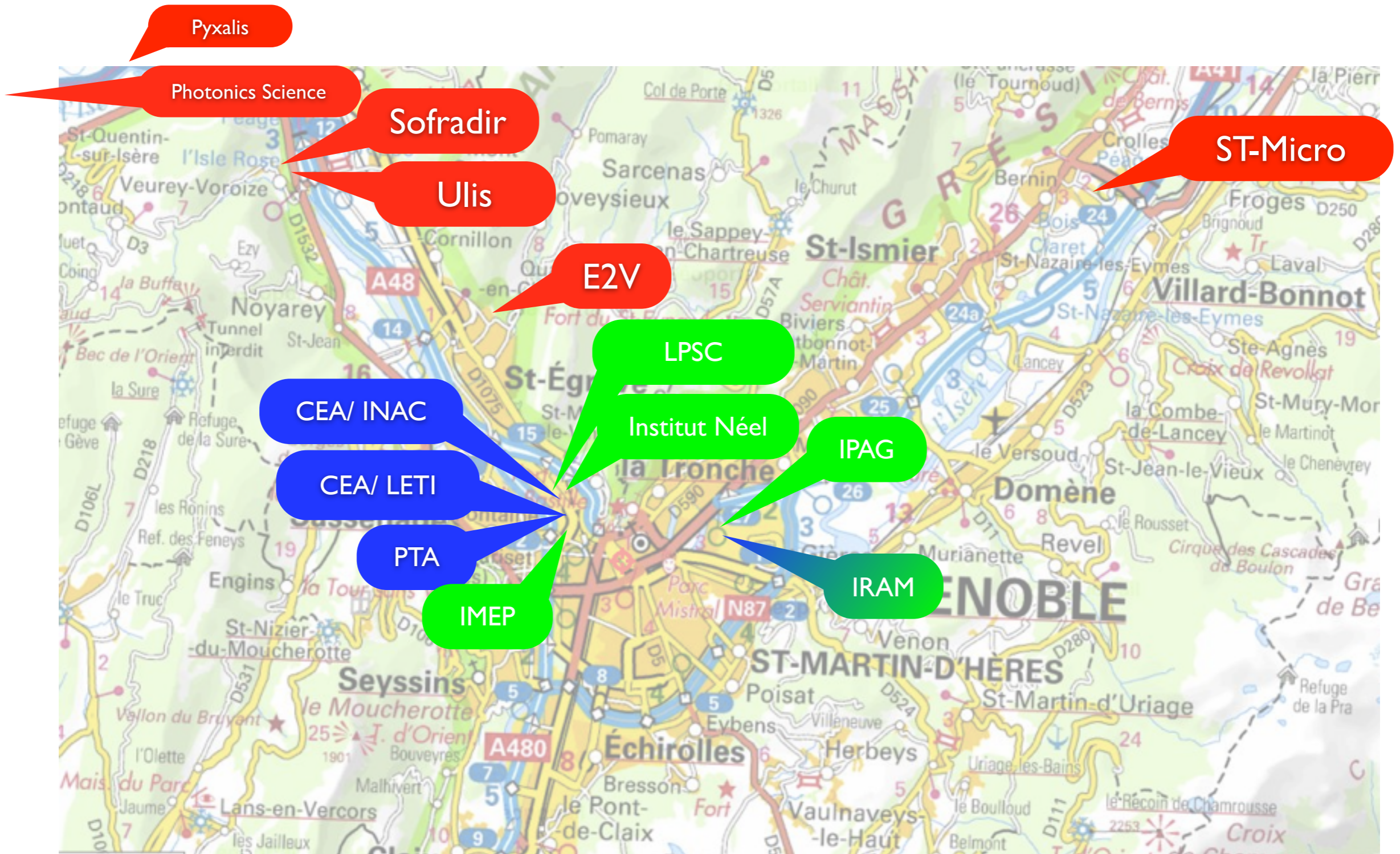
# La détection élément crucial de l'instrumentation en astronomie sol et espace

- contraint fortement les aspects systèmes et les performances de l'instrument
- part importante du coût des instruments et de l'effort de développement (jusqu'à 50%)
- Celui qui détient les détecteurs les plus performants et innovants devient incontournable
- Des structures nouvelles de détecteurs permettront des instrumentaux inédits, ou des mesures actuellement inaccessibles
- Enjeux stratégiques critiques pour certaines missions spatiales (faisabilité et coûts), mais aussi question de dépendance des Européens aux technologies US.
- Exemples d'instruments sol dans le contexte actuel :
  - SPHERE/VLT (IPAG) en cours d'intégration à Paranal : 3 détecteurs IR et 3 détecteurs Visibles
  - MUSE/VLT (CRAL à Lyon) intégré début 2014 à Paranal 24 détecteurs visibles.
  - ELT, premiers instruments dans le proche IR, nécessitant de grands formats tous les instruments nécessitent une Optique Adaptative, dont les performances dépendent de celles des détecteurs de façon critique,



# Grenoble, un terreau unique

## Détection / Détection pour l'Astrophysique



# Les Partenaires de FOCUS

Des laboratoires qui ont l'habitude de travailler ensemble

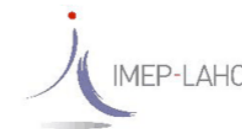
**IPAG** CNRS / UJF Grenoble



**Institut Néel** CNRS / UJF Grenoble



**IMEP-LAHC** CNRS / UJF / G-INP Grenoble



**LPSC** CNRS / UJF / G-INP Grenoble



**IRAM** CNRS Grenoble



**DOPT** CEA / LETI Grenoble



**SAP** CEA / IRFU Saclay



**LAM** CNRS/ AMU Marseille



**ONERA** ONERA Palaiseau



- **PACS / Herschel**, matrice de bolomètres pour le TeraHz applications spatiales
  - ➡ IRFU/SAP, LETI/LIR
- **NIKA, KIDs**, matrice de KIDs (supra) pour le TeraHz application sol actuellement, l'équipe est fortement impliquée sur Planck (cryogénie, science, traitement des données)
  - ➡ Institut Néel, IPAG, IRAM, LPSC en cours de test à Pico Veleta sur le 30 m de l'IRAM
- **FUI / RAPID**, matrice MCT proche IR bas bruit et très rapide,
  - ➡ IPAG, LIR/LETI, ONERA, LAM, SOFRADIR application à l'Optique adaptative et à l'interférométrie
- **FP6 et FP7 / OCAM**, Caméra Visible bas bruit, très rapide
  - ➡ IPAG, E2V, LAM, *First Light Imaging* application à l'optique adaptative, Installé, testé sur différents sites (CHARA / Mt Wilson, Grantecan Canaries, par ex)
- **Préparation mission spatiale EUCLID / R&D ESA**
  - ➡ IRFU/SAP, LETI/LIR, SOFRADIR, ONERA
- **Préparation mission spatiale EchO / R&D CNES**
  - ➡ IRFU/SAP, LETI/LIR, SOFRADIR
- **FUI SWIFTS**
  - ➡ IPAG, IMEP, E2V, Résolution Spectra Systeme + autres

# Les Partenaires couvrent la chaîne complète entre les mesures astrophysiques et la physique du détecteur

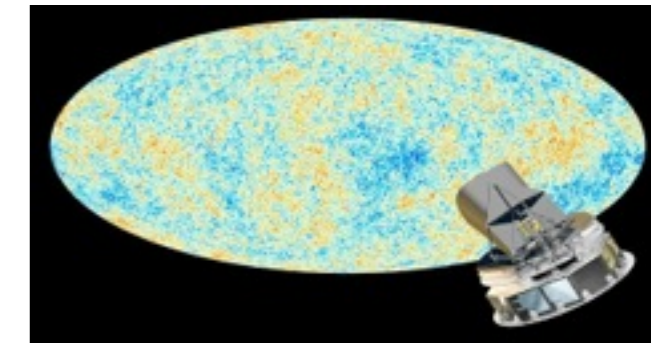
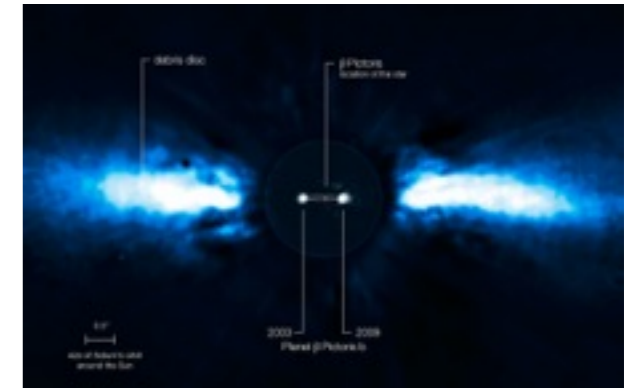
- Astrophysique
  - ➡ IPAG, Institut Néel, LAM, IRAM, IRFU/SAP, LPSC
- Instrumentation
  - ➡ IPAG, LAM, IRFU/SAP, IRAM, ONERA, LPSC, I Néel
- Traitement du Signal
  - ➡ IPAG, LAM, IRFU/SAP, IRAM, ONERA, LPSC, I Neel
- Technologie
  - ➡ LIR/LETI, IRAM, Institut Neel (PTA)
- Physique du détecteur
  - ➡ Institut Néel, LIR/LETI, IRAM
- Valorisation vers d'autres applications
  - ➡ ONERA, IMEP-LAHC, LAM, IPAG

## L'appel PIA / LabEx une excellente opportunité

1. Obtenir du **financement** pour développer des détecteurs en s'appuyant sur le **savoir faire technologique grenoblois**.
  
2. **Constituer un réseau de laboratoires** :
  - **coordonner** les efforts et donner une meilleure visibilité à l'activité détection
  - répondre de façon **concertée** aux appels d'offres dans l'avenir (ESA, Europe H2020)

# Quelle enjeux astrophysique ?

- **Exo-planètes et objets jeunes**  
→ IR au sol (optique adaptative)  
dans l'espace (Préparation mission M4)
- **Cosmologie / CMB**  
→ mm polarisation du fond diffus : mission Planck
- **Structuration de l'Univers (formation des étoiles, évolution des galaxies)**  
→ sub-mm domaine récent : mission Herschel  
résolution angulaire ~ lunette de Galilée



## → 3 axes de recherche:

- IR
- mm / sub-mm
- + innovant



3 axes de recherche définis à partir du savoir faire original des équipes.

- **Détection mm et sub mm**

- KID (Kinetic Inductance Detectors) (NIKA pour l'IRAM)
- Matrice de bolomètres (développements pour le spatial)

- **Détection Infrarouge**

- base de développement de SOFRADIR et du LIR pour la gamme 1-15 $\mu$ m
- détecteurs faible bruit rapide, application à l'Optique Adaptative et interférométrie en particulier
- vers de plus grands formats: instruments ELT, en particulier
- Détecteurs pour l'IR moyen

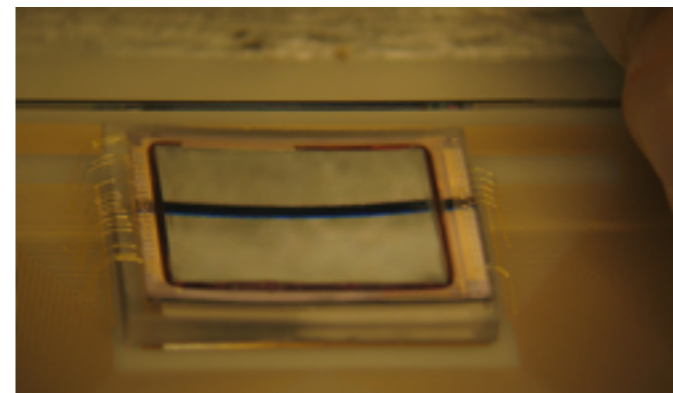
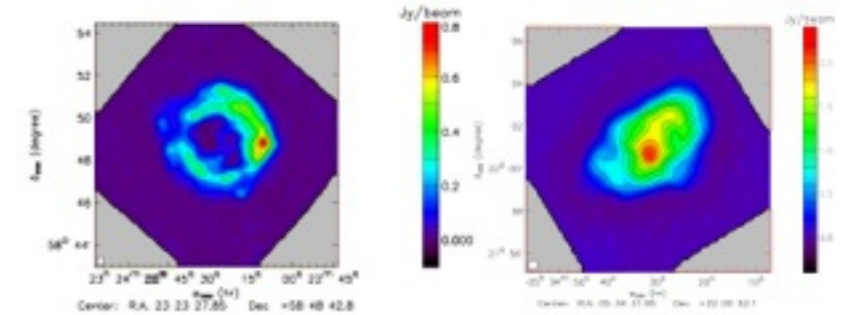
- **Détecteurs innovants**

- Détecteurs courbes
- Détection intégrée à l'instrument, et circuits de lecture en proximité
- Autres formes et dimensions de pixels (petits pixels, besoins de la spectro, ...)
- Comptage de photon par détecteurs très rapides
- Autres procédés de détection

# Quelques Résultats marquants



- Axe I : Détection dans le submm/mm
  - exploitation bolomètres ARTEMIS à l'ESO
  - exploitation M-KIDs NIKA à l'IRAM
  
- Axe II: Détection dans l'Infrarouge
  - Tests caméra RAPID au VLT/Paranal
  
- Axe III: Détecteurs innovants
  - Détecteurs CMOS IR courbes



# Stage master / détection

novembre 2013

Maitrise de la brique détection pour l'instrumentation :  
une semaine de cours théoriques et travaux pratiques

