



**Les Défis de l'Astrophysique
et
Les grandes Infrastructures au Sol**

**Société Royale des Sciences de Liège
2 décembre 2008**

G. Monnet, ESO

Défis Scientifiques et Infrastructures

1. Introduction

2. L'état de l'art: Paranal & ALMA

3. Vers une stratégie européenne

4. Conclusions

Astronomie

Etude de tout ce qui est au delà de la Terre

Combine toutes les formes d'observation

- photons, particules, *ondes gravitationnelles*
(photons Visible/IR, Radio, γ + accessibles au sol)
- Images: intensité; polarisation; spectres; séquences temps

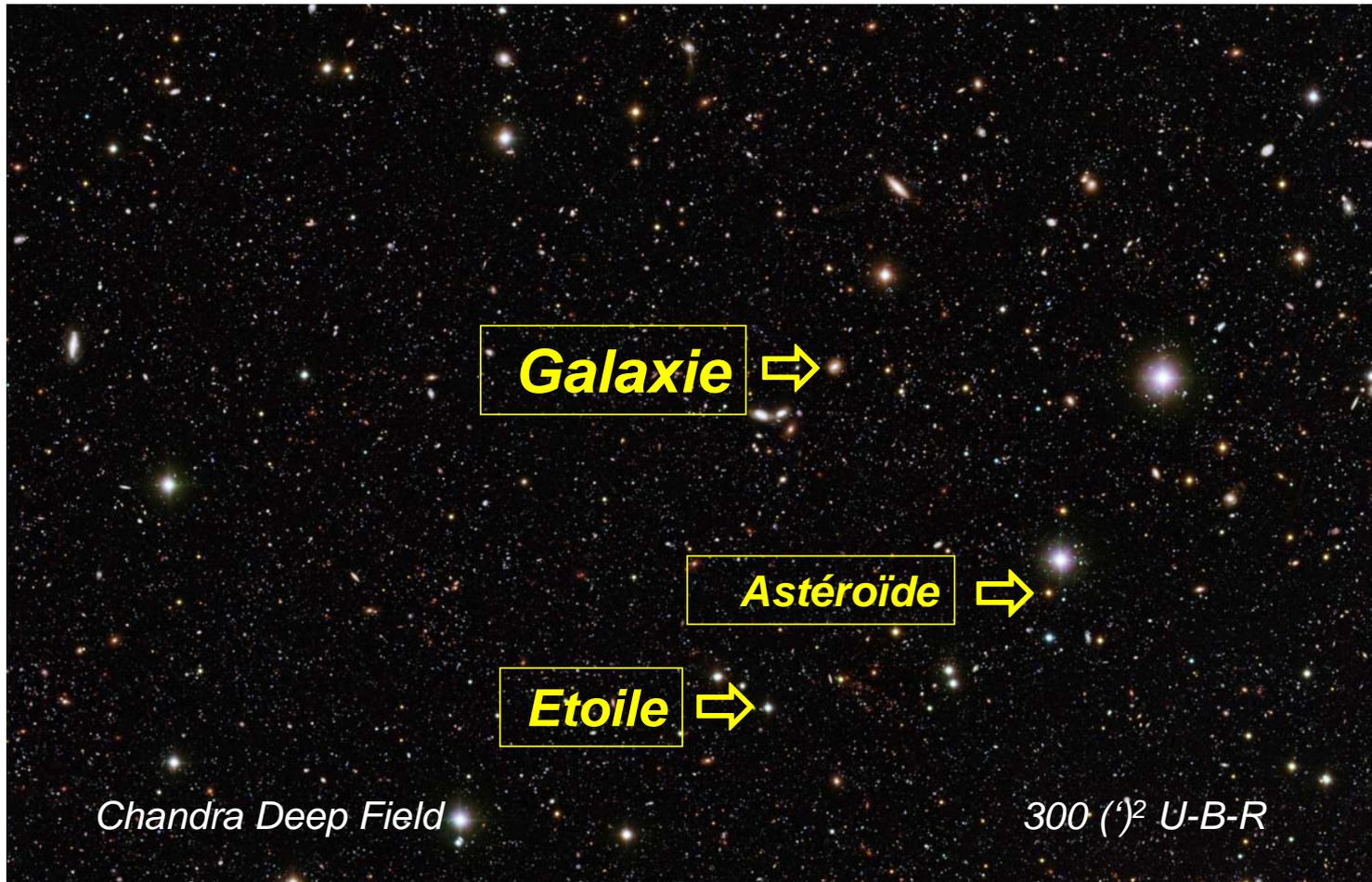


Objets lointains, donc petits et faibles

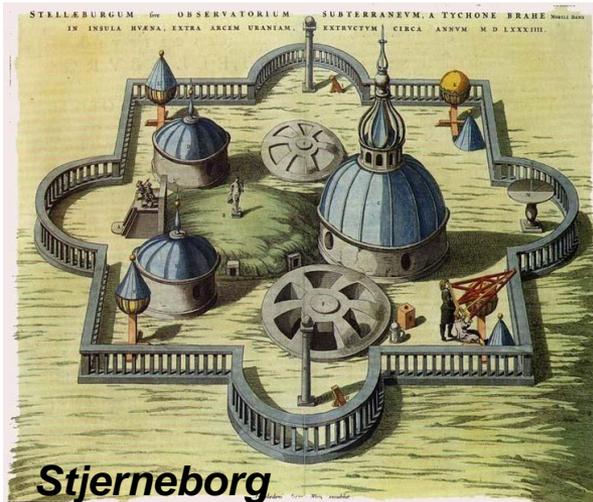
grands télescopes: sensibilité & résolution

Information très limitée → distance

Astronomie



Les Infrastructures Astrophysiques



Observatoire Intégré

- Site/Instruments
- Opérations
- Traitement données
- Archivage données



R&D de 'rupture'

- saut qualitatif
- saut en performance



Le besoin d'infrastructures



Observatoire de La Silla
1965⁺



Télescope de 3,6 m
1975⁺



Télescope de 3,6 m
1975⁺



HARPS
2000⁺

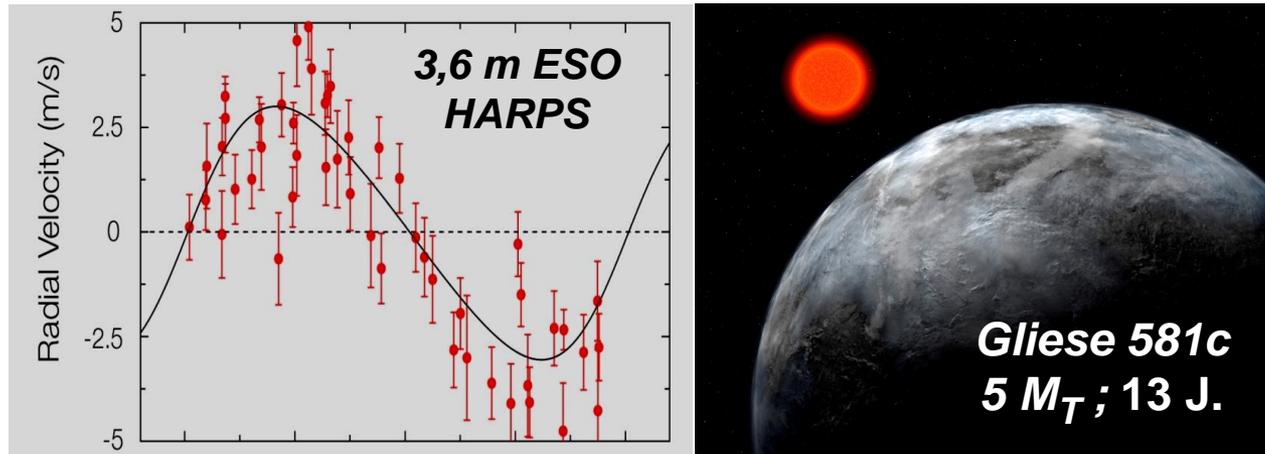
Les Grandes Infrastructures

6

Liège, 2 Décembre 2008



Le besoin d'infrastructures



Défis Scientifiques et Infrastructures

1. Introduction

2. L'état de l'art: Paranal & ALMA

3. Vers une stratégie européenne

4. Conclusions

Technologie et Télescopes Optiques Sol

Collecteurs de plus en plus grands (flux; résolution)

Résolution spatiale de plus en plus pointue

- qualité intrinsèque obtenue par optique active
- agitation atmosphérique corrigée par optique adaptative

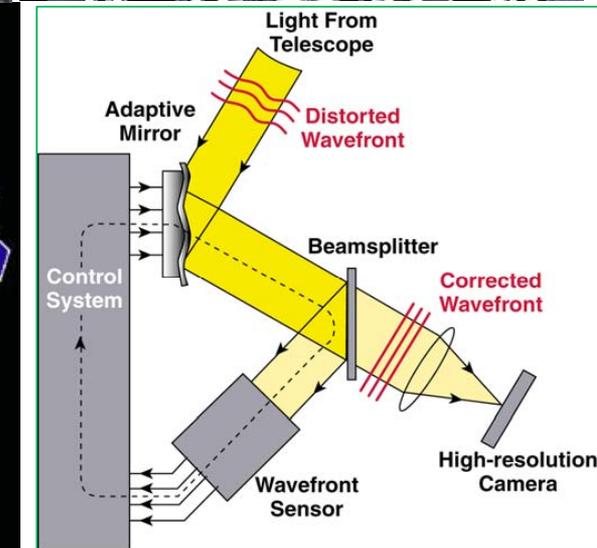
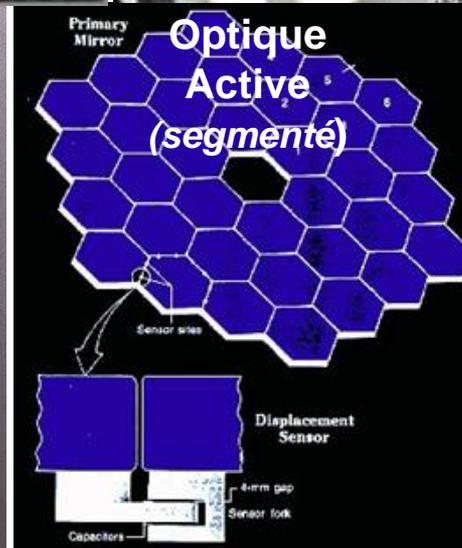
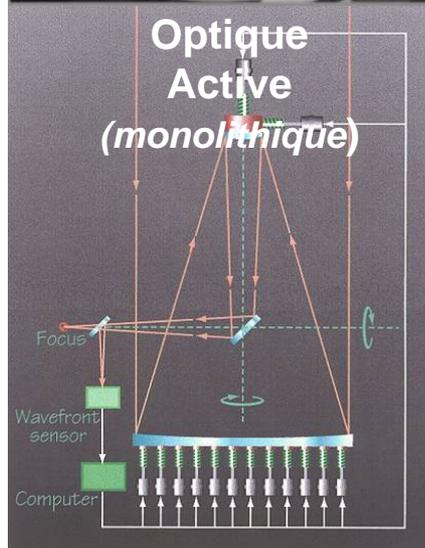
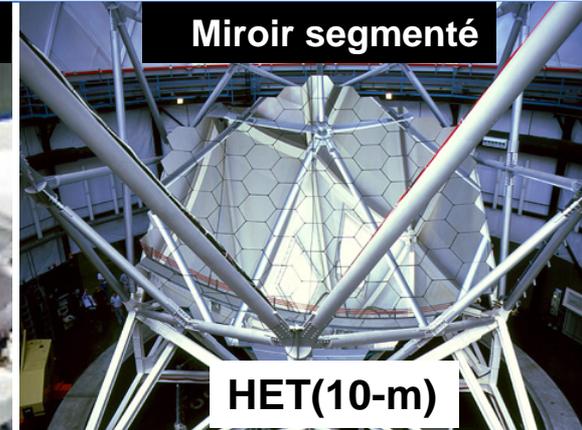
Détecteurs d'images de plus en plus sensibles

- Approchant la perfection (Q.E.~ 1; bruit quelques e^-)

Instruments focaux à haut multiplex

- grands relevés 500 fois plus rapides

Technologie et Télescopes Optiques Sol

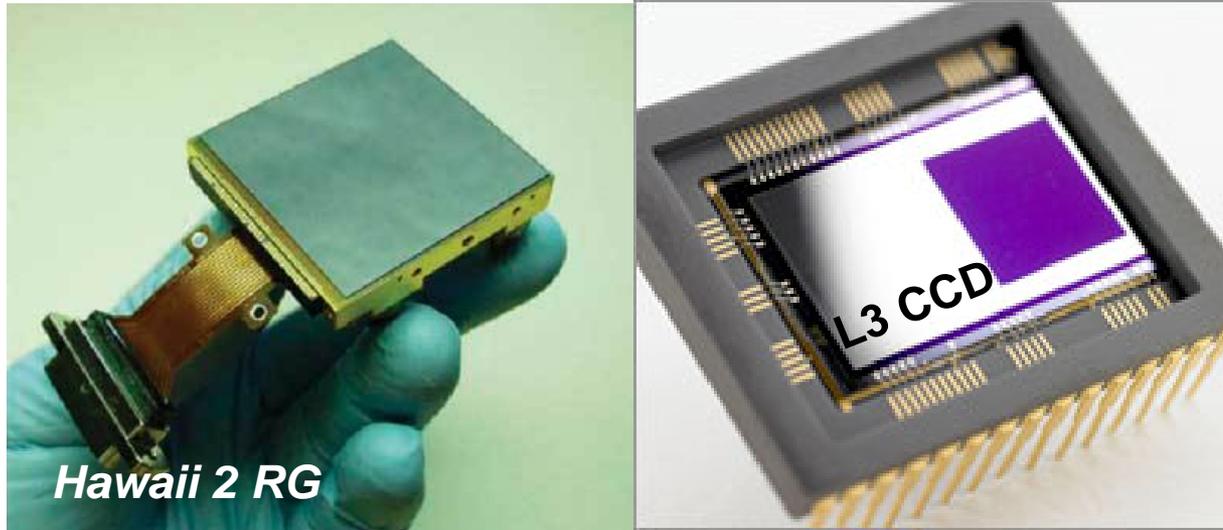


Les Grandes Infrastructures

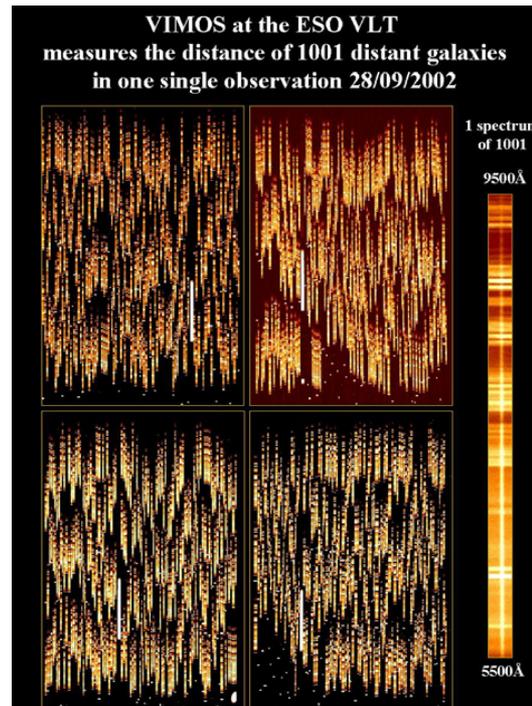
10

Liège, 2 Décembre 2008

Technologie et Télescopes Optiques Sol



Technologie et Télescopes Optiques Sol





Un des grands Observatoires Optique





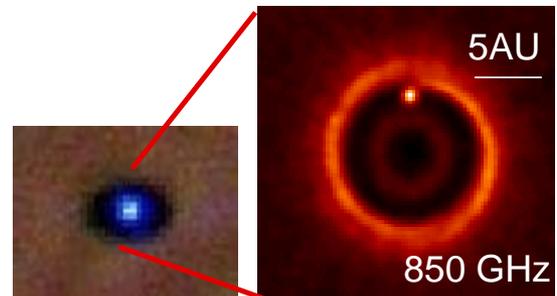
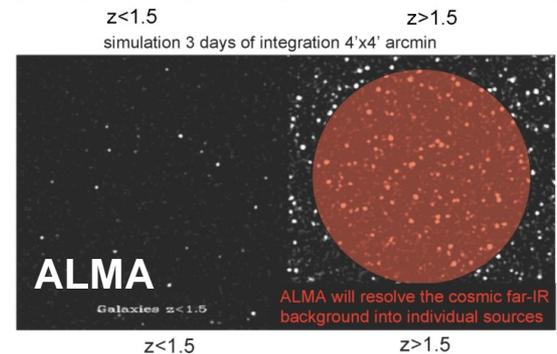
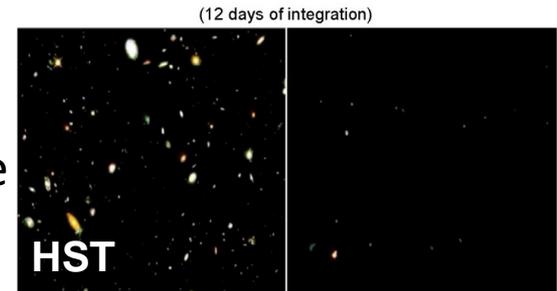
ALMA

Objectifs Scientifiques

- Détecter CO and [CII] dans une Voie Lactée à $z=3$ en < 24 Hr.
- Gaz et poussières dans les disques protoplanétaires
- Résolution spatiale comparable au HST, JWST et 8-10m avec AO

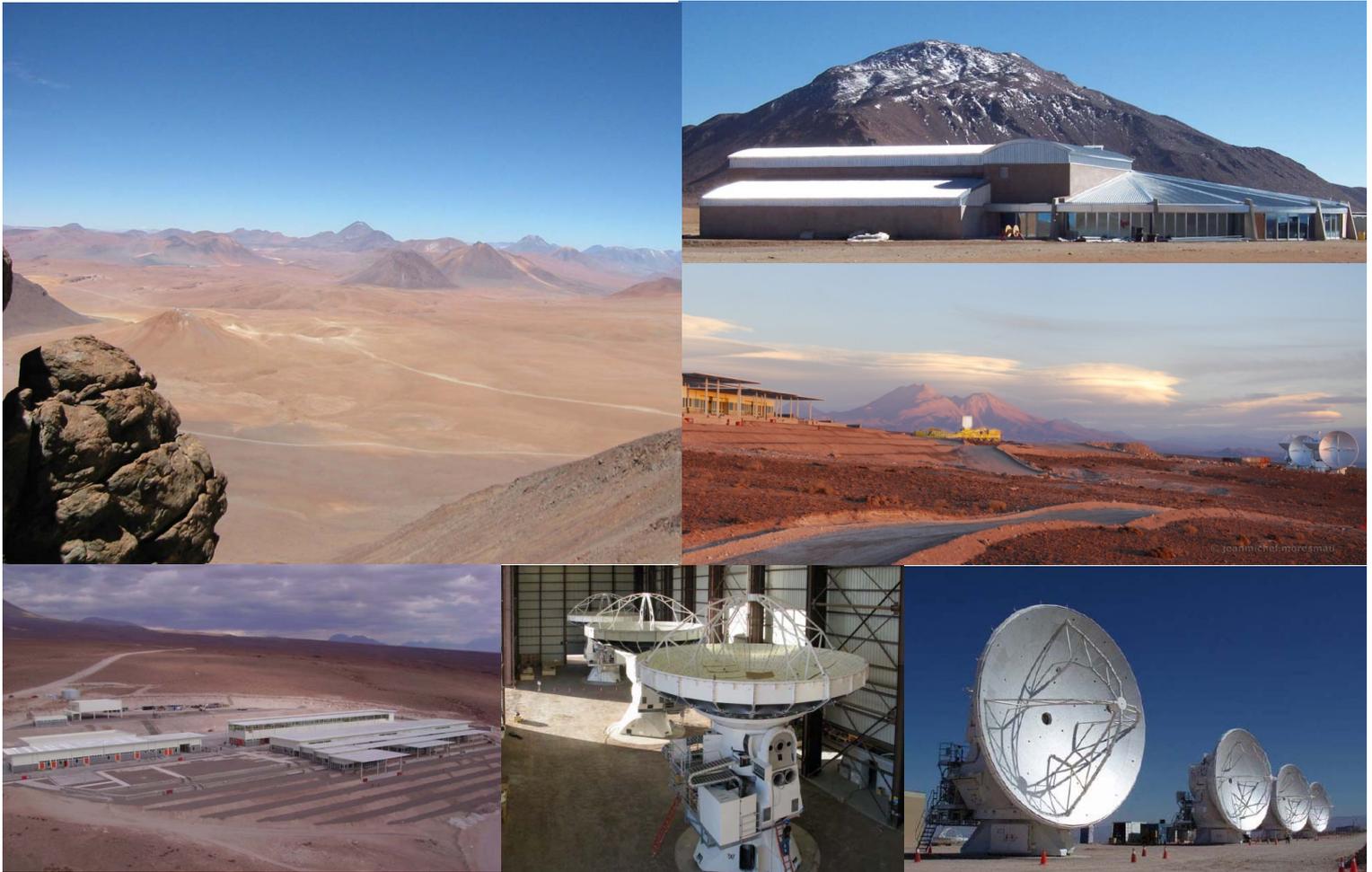
n Spécifications

- 66 antennes (54x12m, 12x7m)
- 14 km base maximale (< 10 mas)
- Couverture spectrale 0.3–10mm





ALMA 2008



Les Grandes Infrastructures

ALMA 2012



Europe; Amérique du Nord; Asie de l'Est; Chili

Défis Scientifiques et Infrastructures

- 
1. Introduction
 2. L'état de l'art: Paranal & ALMA
 - 3. Vers une stratégie européenne**
 4. Conclusions



Un Plan ambitieux pour l'Europe

Astronomie européenne 2000 compétitive

- Sous forme de collaborations de types très variés (*européennes, multilatérales, mondiales, ...*)
- Avec moyens humains et matériels largement nationaux

Nécessite maintenant une stratégie globale

- Couvrant toute l'astronomie, sol et espace
- ESA Cosmic Vision & Liste ESFRI projets sol émergents
- développée par les Agences de financement nationales avec la communauté astronomique (*Astronet*)
- Un outil pour les futurs choix et accords internationaux



Astronet pour les Nuls

A Science Vision for European Astronomy

What is the origin and evolution of stars and planets?

How do galaxies form and evolve?

Do we understand the extremes of the Universe?

How do we fit in?

An Infrastructure Roadmap for European Astronomy

High energy, astroparticle & gravitational wave astrophysics

Ultraviolet, optical, infrared & radio astronomy

Sun, solar system missions, laboratory studies

Theory, computing facilities, virtual observatory

Education, recruitment & training, outreach



Les domaines de pointe ... aujourd'hui

Questions astrophysiques clés 2010-2025

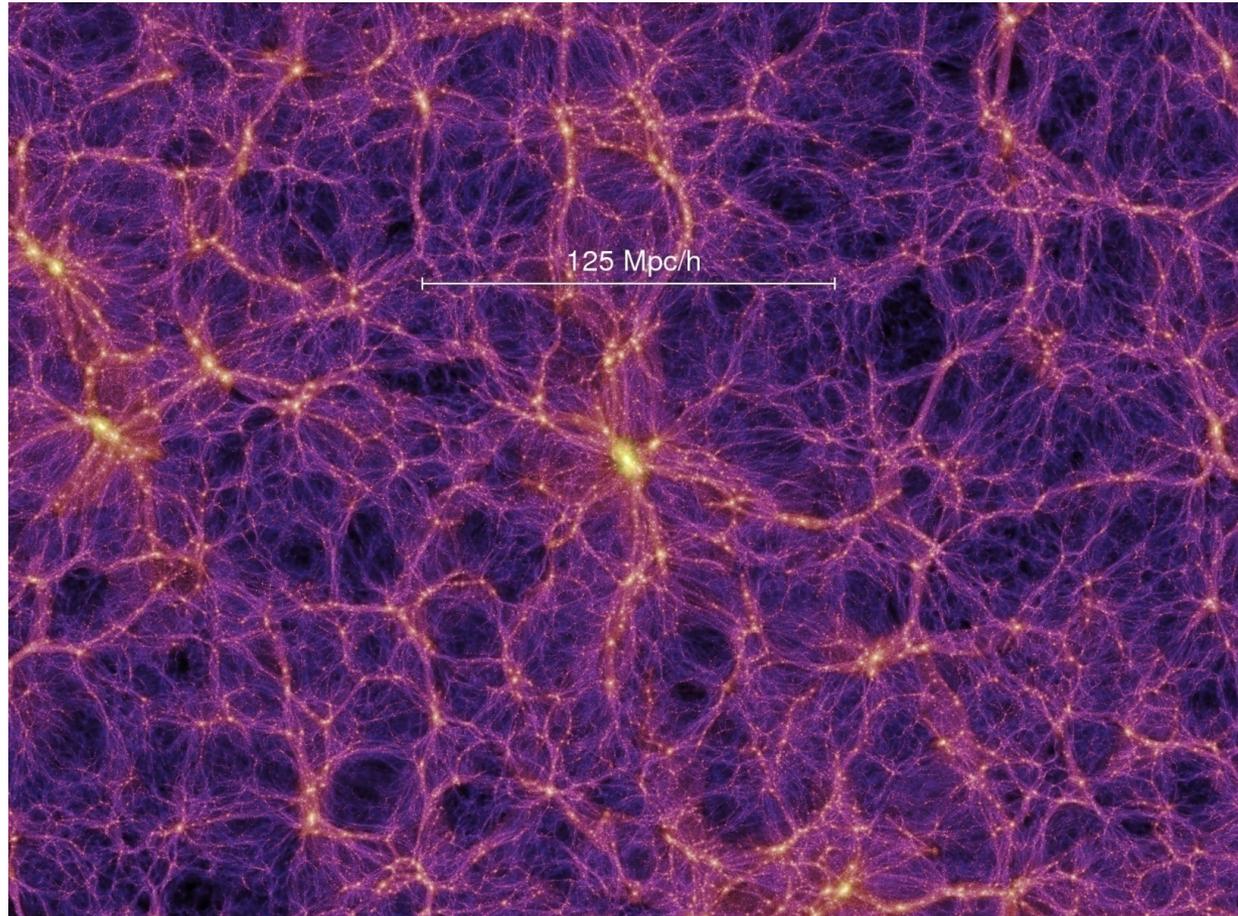
- lois physiques ultimes (énergie noire; dimensions cachées)
- nature de la matière noire
- physique des conditions extrêmes (GRBs, trous noirs)
- d'un Univers uniforme à un Univers structuré
- formation des étoiles/planètes et l'origine de la vie

- **Atomes → LHC**
- **Matière Noire → LHC, Détecteurs, Télescopes sol & espace**
- **Energie Noire → Théorie, Télescopes sol & espace**

La prédiction est un art toujours difficile, mais qui devient carrément impossible si l'on a de plus la prétention de prédire le futur (Lao Tseu)

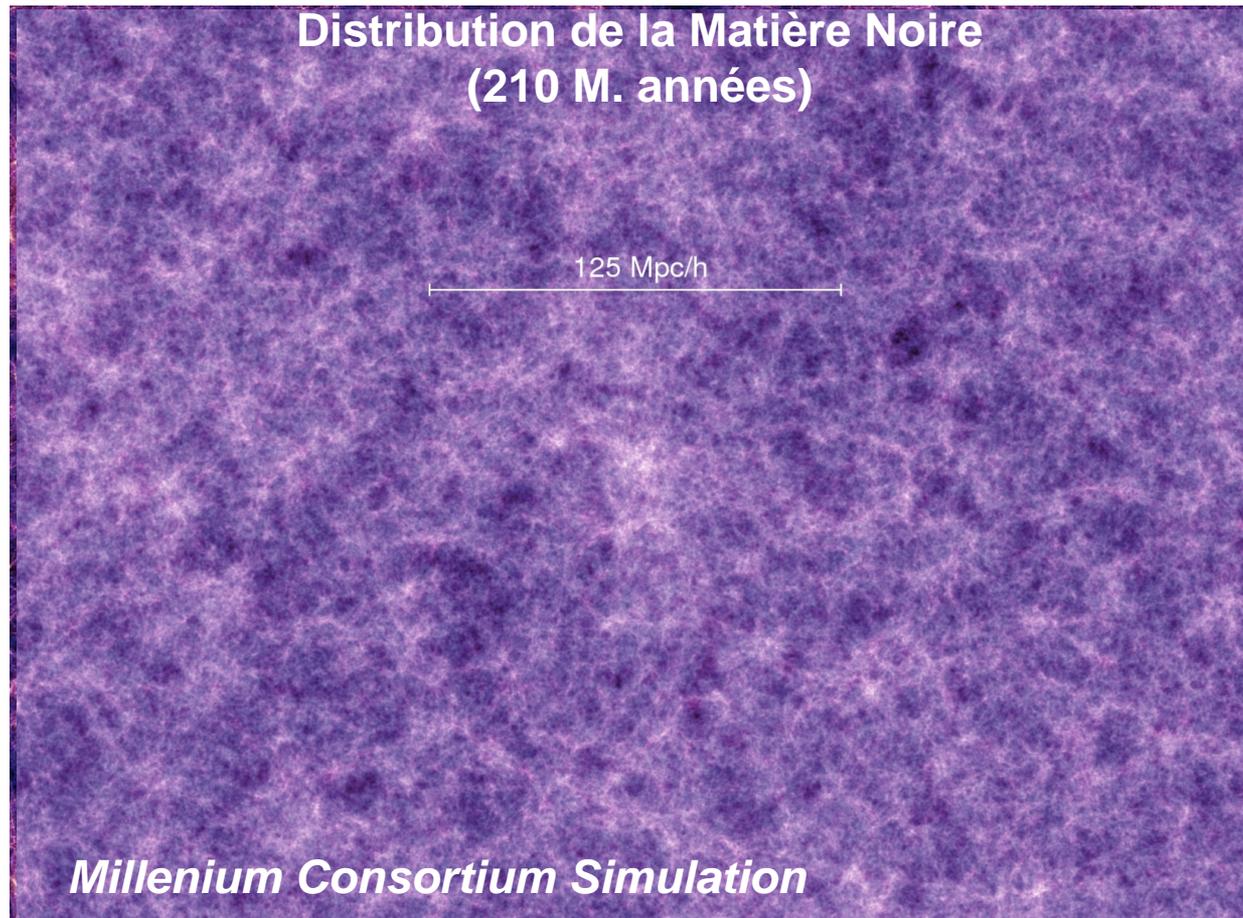


Les domaines de pointe ... aujourd'hui



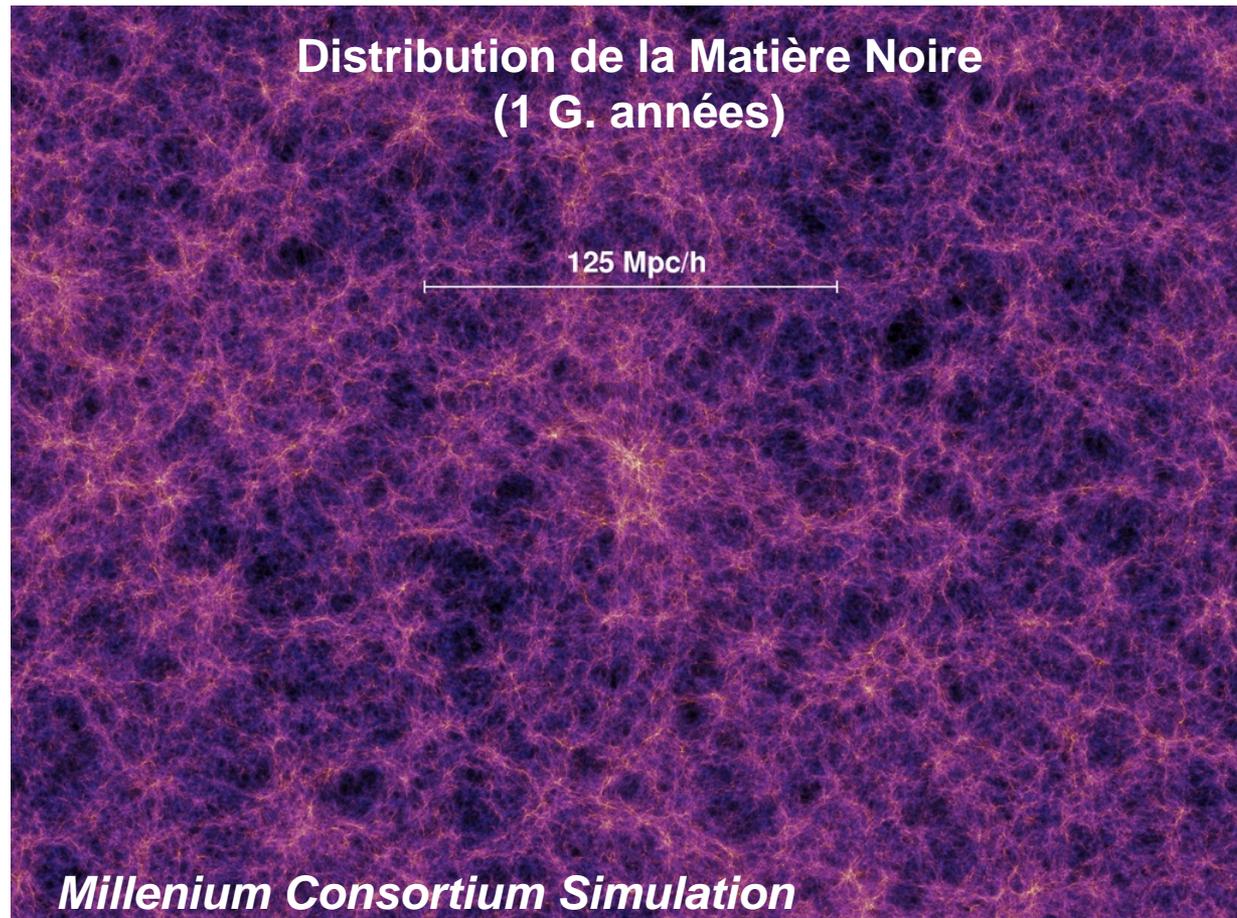


Les domaines de pointe ... aujourd'hui



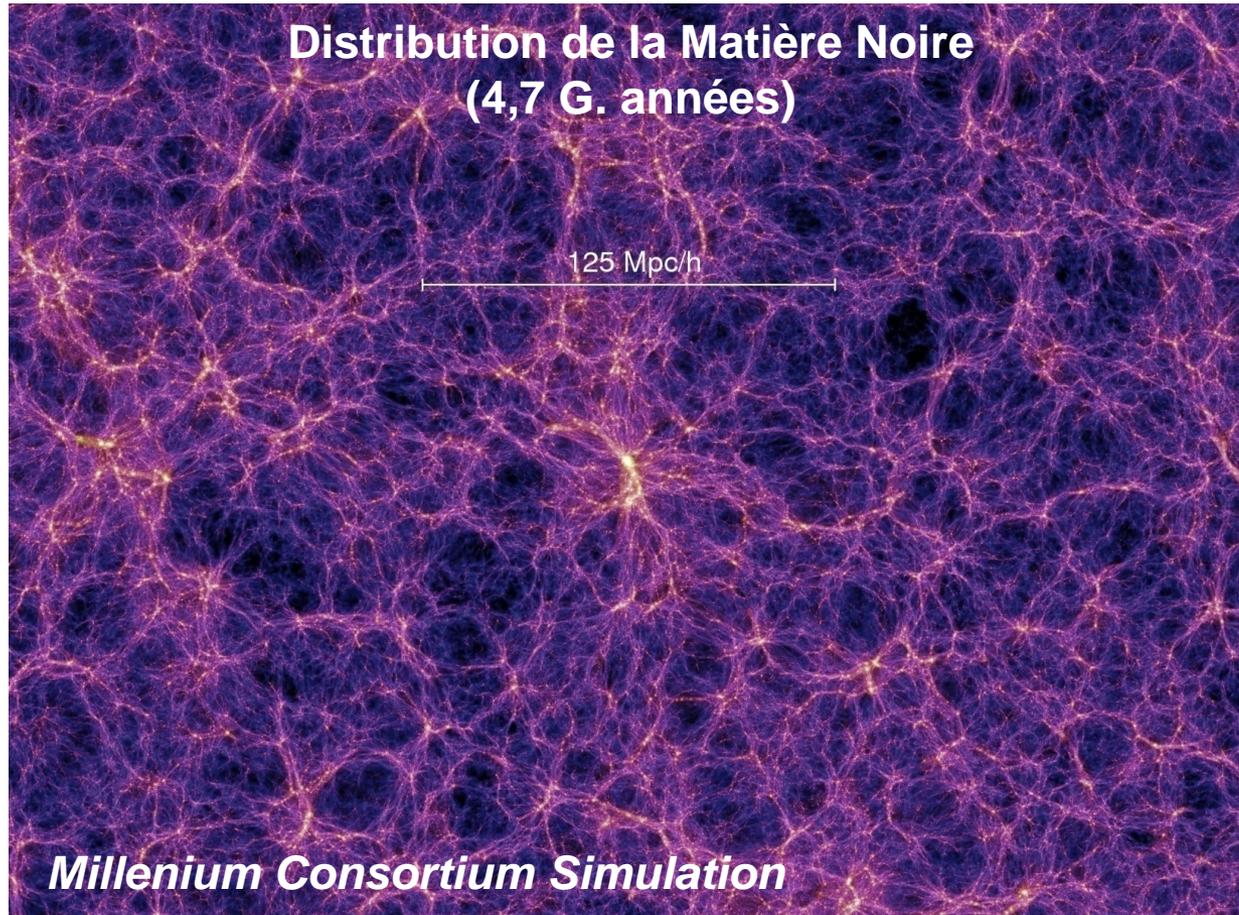


Les domaines de pointe ... aujourd'hui



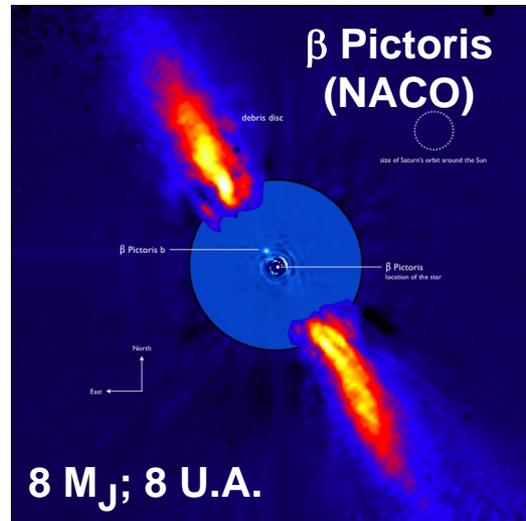


Les domaines de pointe ... aujourd'hui



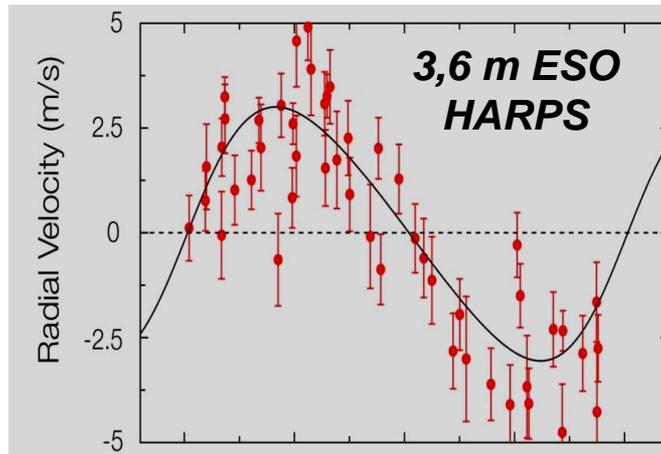


Les domaines de pointe ... aujourd'hui



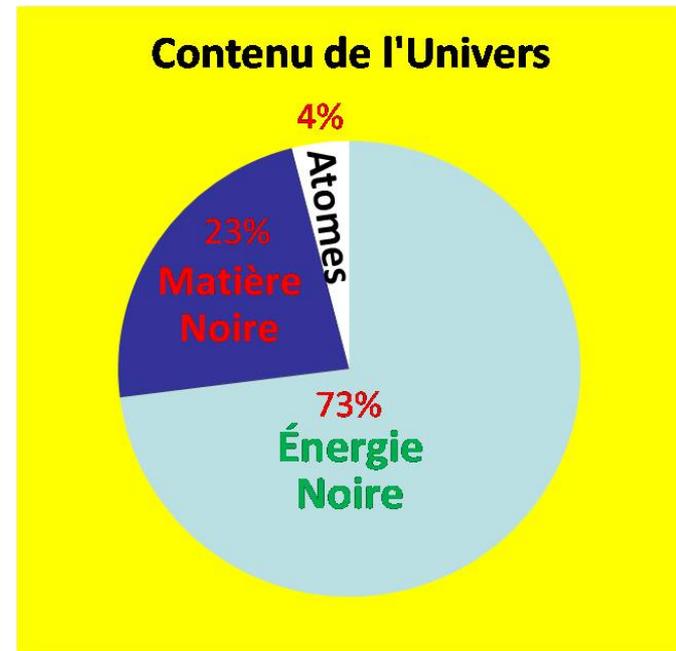
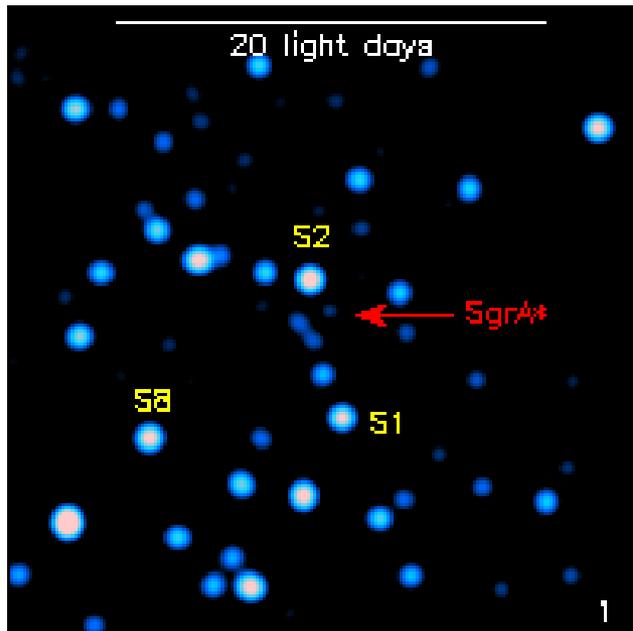


Les domaines de pointe ... aujourd'hui





Les domaines de pointe ... aujourd'hui





Deux grands projets Sol émergents



E-ELT

- 42-m V-IR
- mené par ESO + *Instituts*
- décision 2010⁺
- 1 G€ coût consolidé
- 25-m GMT; 30-m TMT



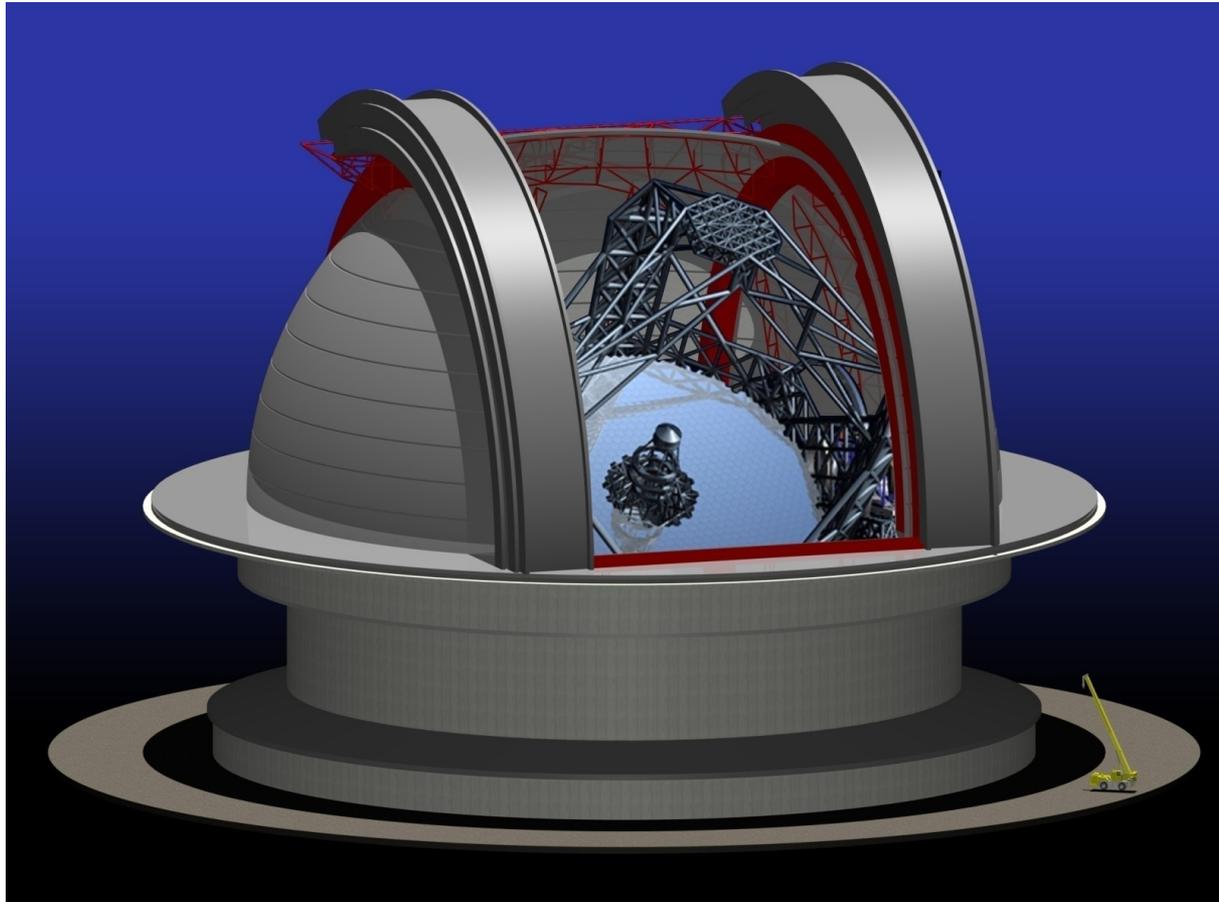
SKA

- 1 km² ondes métriques
- Consortium mondial
- décision 2012⁺
- 1,4 G€ coût consolidé
- 7-9 précurseurs



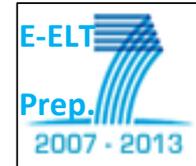


L'E-ELT (42-m optique/IR)





R&D E-ELT

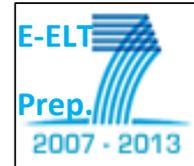


~ 100 M€ sur 8 ans (2004-2011)

- **plus de 70 Instituts de Recherche et Industries**
- **échanges très ouverts avec projets concurrents**
- **pays membres; ESO; CE**

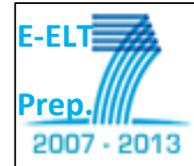


R&D E-ELT



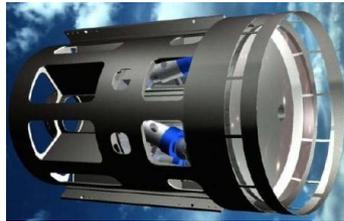


R&D E-ELT

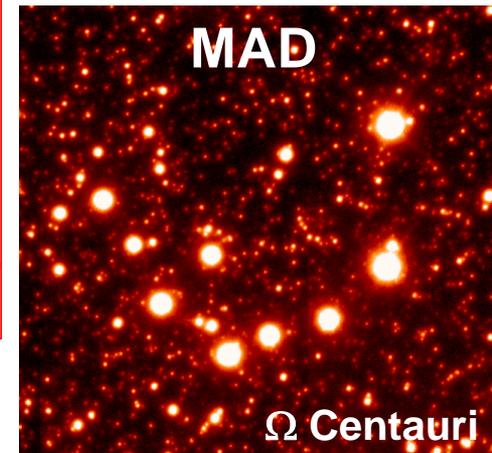
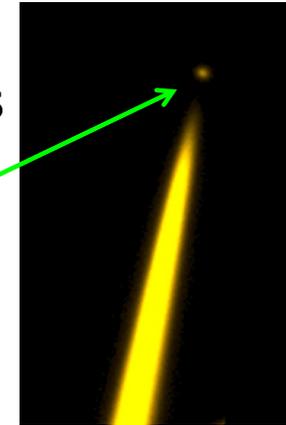
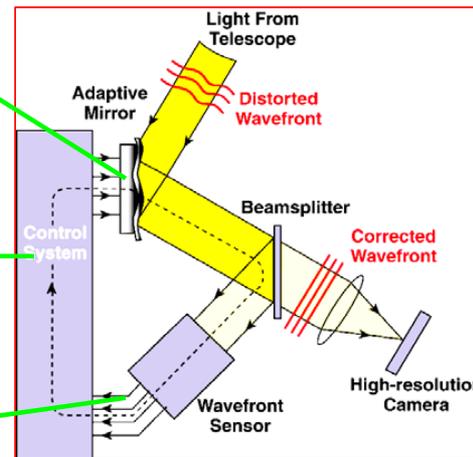


n Couvre des niveaux très divers

➤ Prototypes; Bancs Tests; Précurseurs

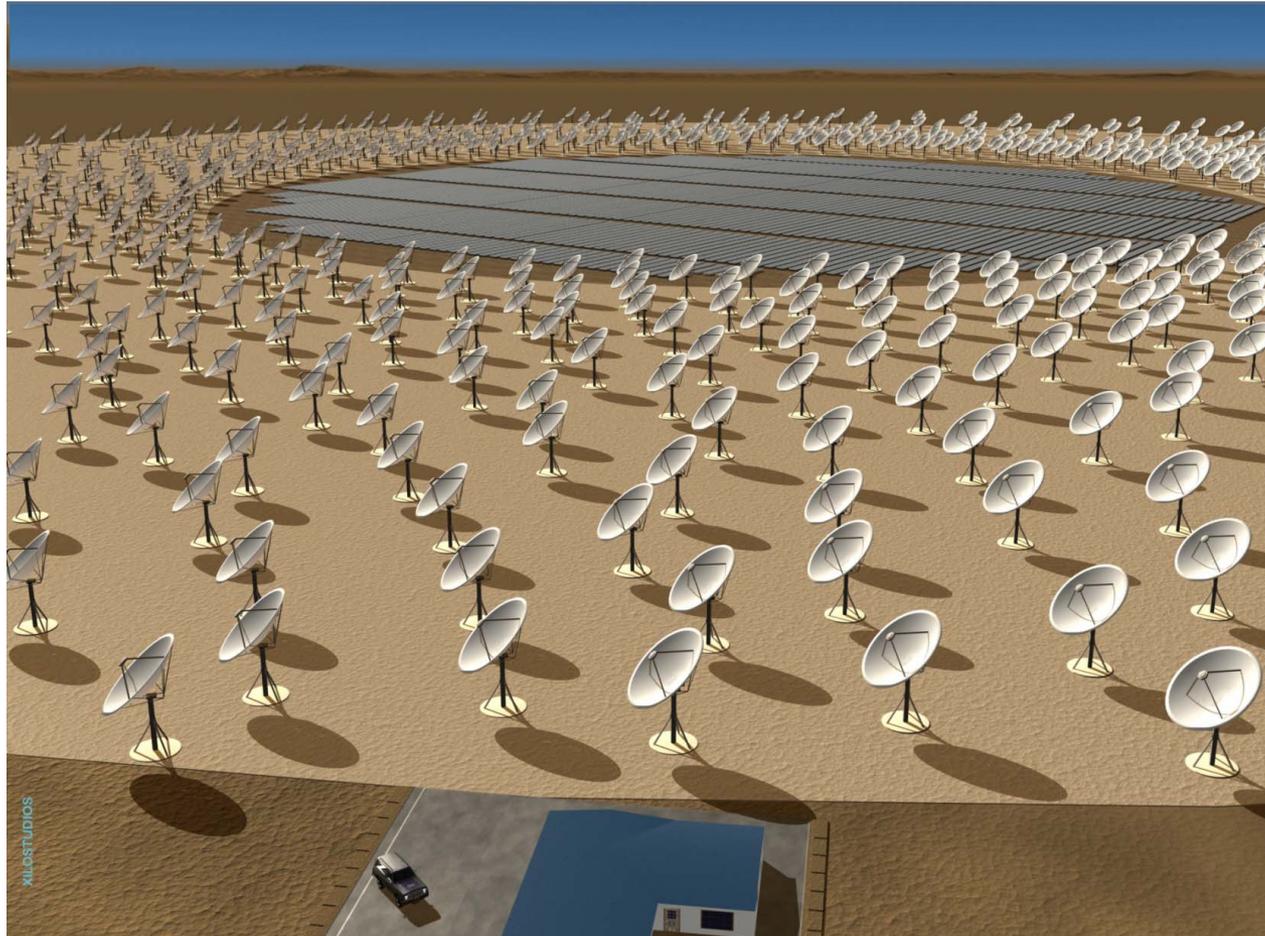


FRIM
gain 10^{6-8}



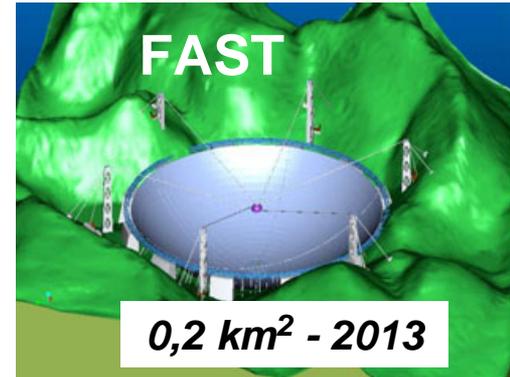
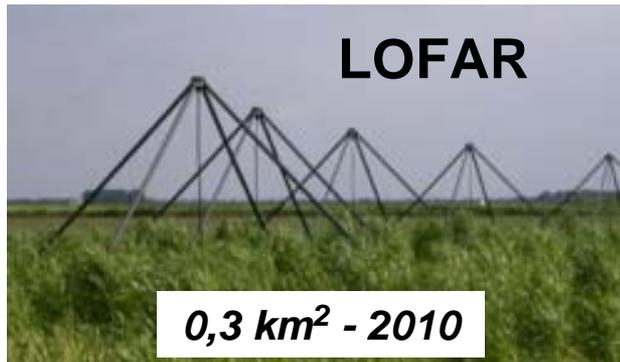


SKA (1km² ondes métriques)

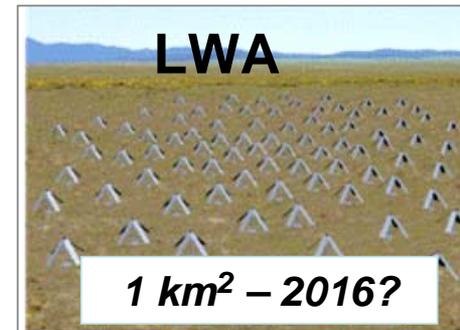




R&D SKA (*Précurseurs*)



Observatoires complets



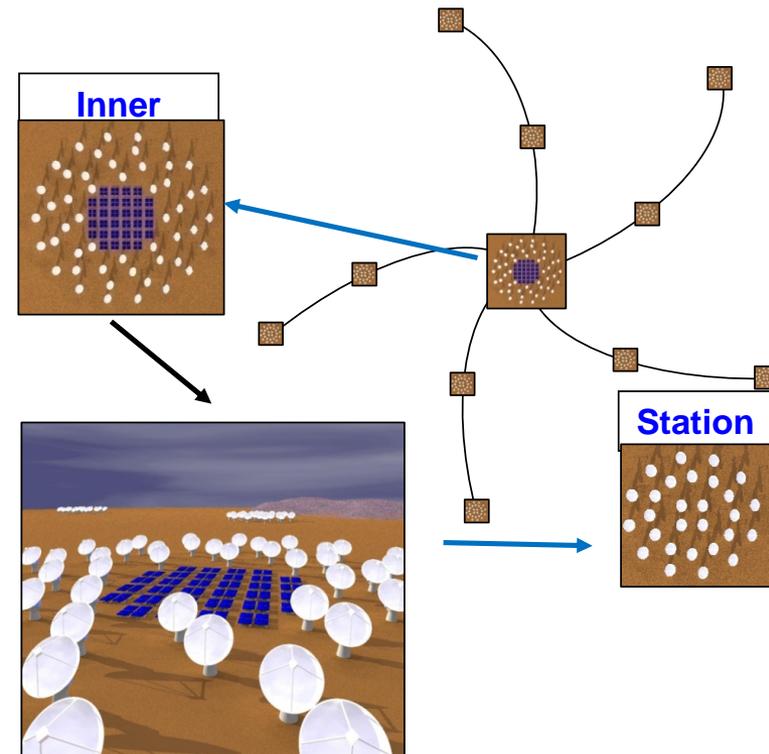


R&D SKA



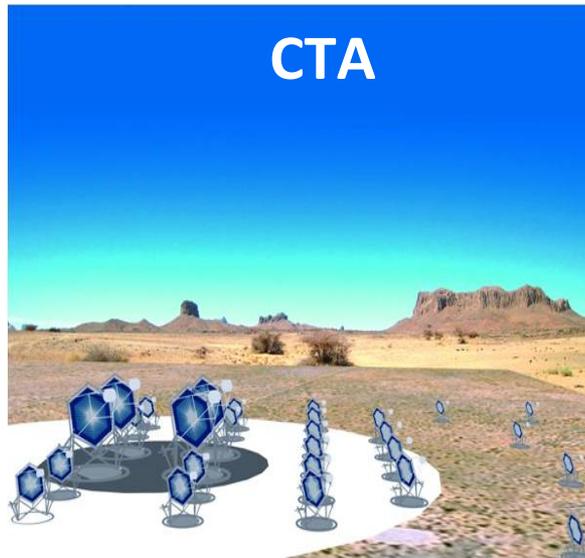
SKA

- Antennes à prix cassés
- Multi-récepteurs
- Phasage électronique
- Transport fibre optique
(Tb/s sur 400 km)
- A/D ultra-rapide
- Données temps réel
(Peta-Flops)
- Archivage de masse
- Extraction des données

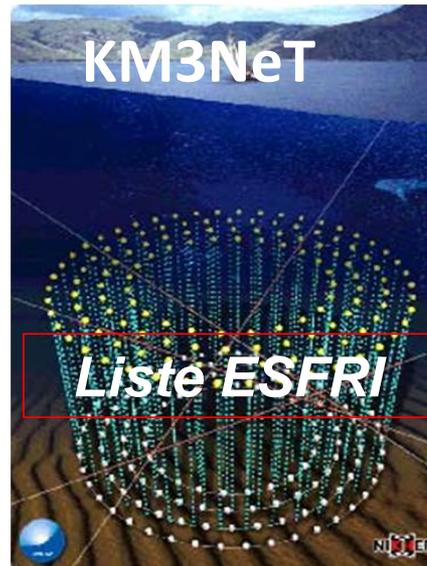




Trois projets Sol taille moyenne



CTA



KM3NeT

Liste ESFRI



EUROPEAN
SOLAR
TELESCOPE

EST

CTA

- 1 Ha (rayons γ^+)
- Instituts Europe
- 150 M€; 2010⁺
- US?

KM3NeT

- km³ (neutrinos)
- Instituts Europe
- 250 M€; 2010⁺
- IceCube

EST

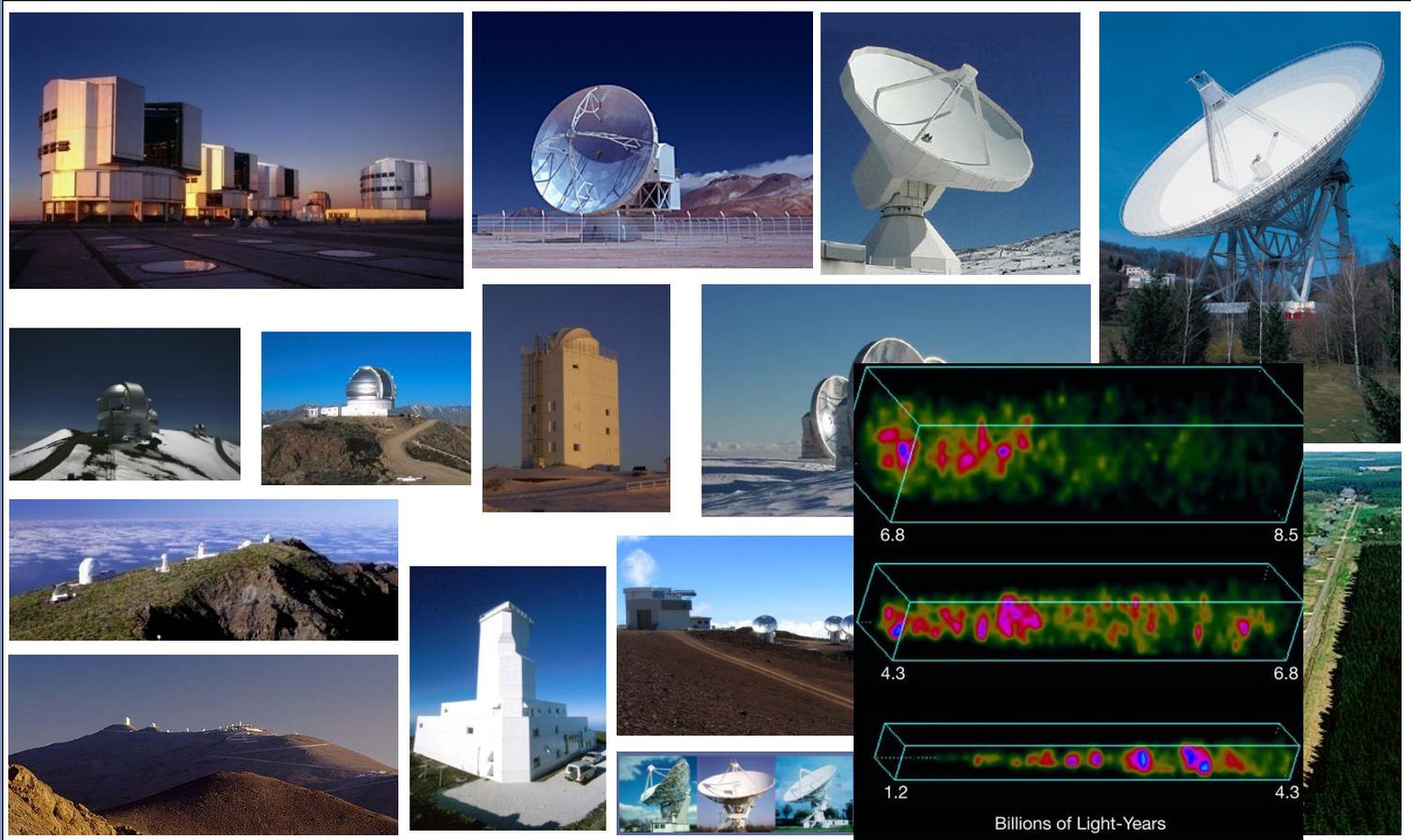
- 4-m V-IR
- Instituts Europe
- 80 M€; 2014⁺
- 4-m ATST

Les Grandes Infrastructures

Liège, 2 Décembre 2008



Mais aussi





Des Infrastructures Alternatives

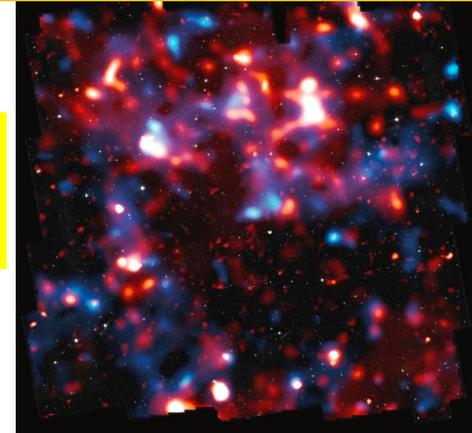
**Laboratoire Logiciel
Pan-Europe sans murs**



Moyens Humains & Propagation de la Science

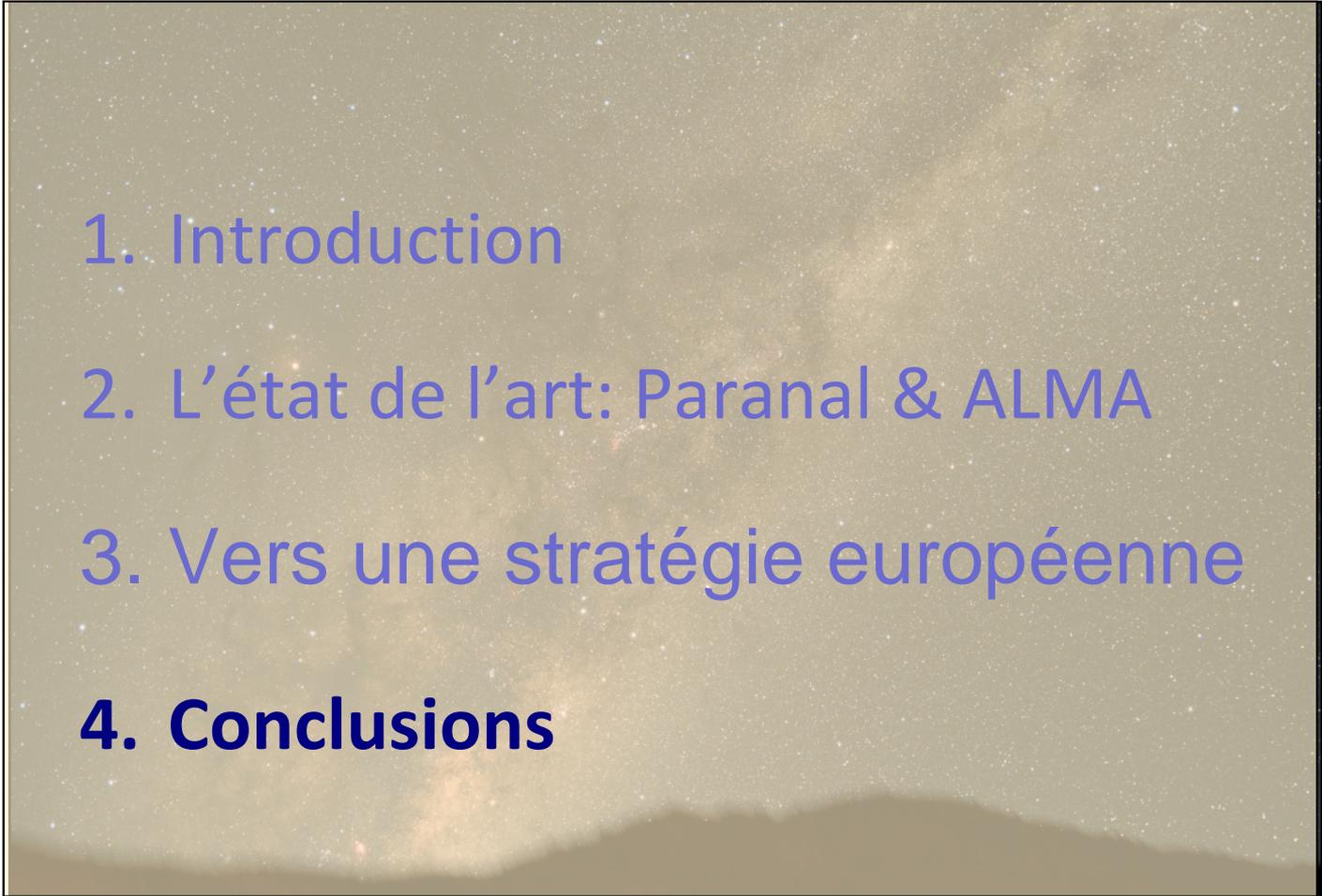


**Observatoire
Virtuel**



**Laboratoires
Astrophysiques**

Défis Scientifiques et Infrastructures

- 
1. Introduction
 2. L'état de l'art: Paranal & ALMA
 3. Vers une stratégie européenne
 - 4. Conclusions**

Conclusions

**Résoudre les questions scientifiques clés
et en établir de nouvelles nécessite**

**une utilisation/rationalisation des infrastructures
existantes ou bientôt en opération;**

**de nouvelles infrastructures Sol en synergie avec les
missions spatiales;**

**un effort parallèle théorique, simulations et mesures
de laboratoire;**

une recherche active de technologies de rupture.

Merci de votre attention