

Euclid

Les premières images du télescope spatial européen

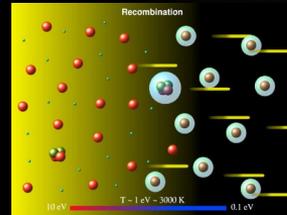
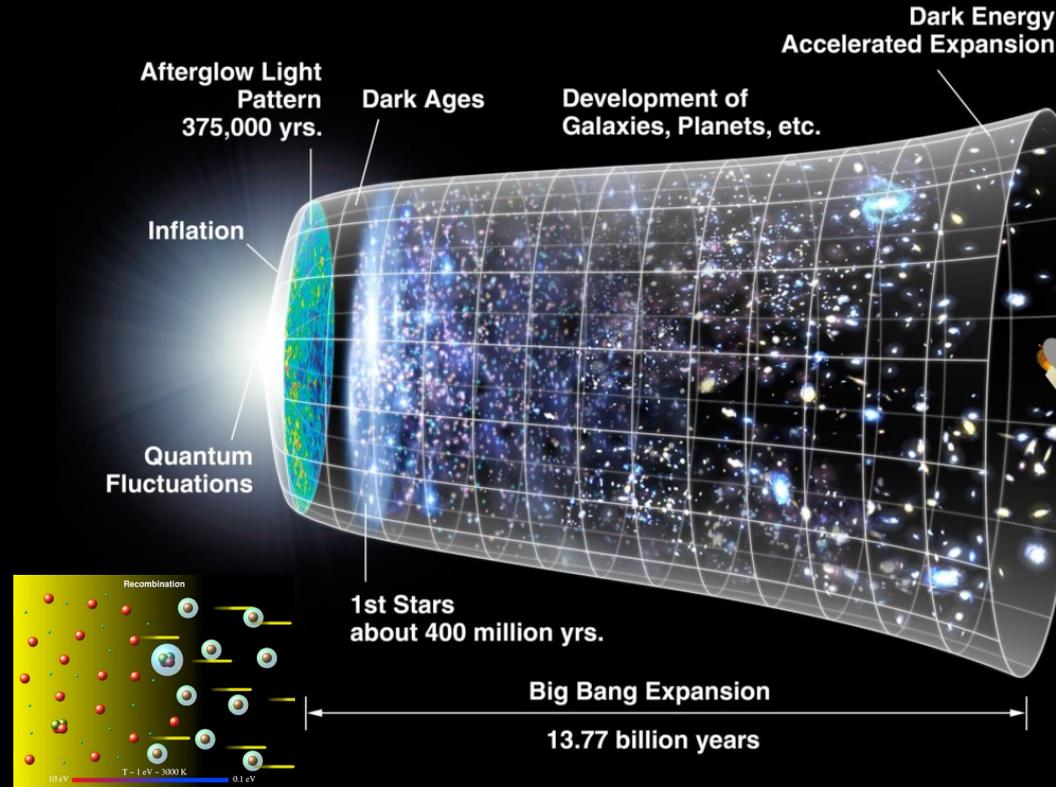
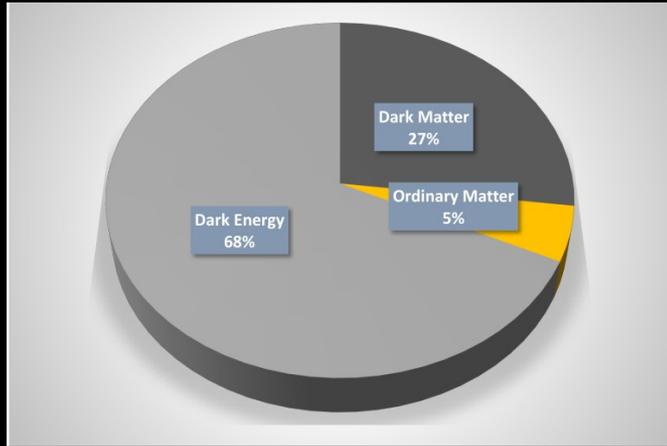


Raphaël Gavazzi
Laboratoire d'Astrophysique de Marseille
8 juin 2024



Cosmologie / grandes structures

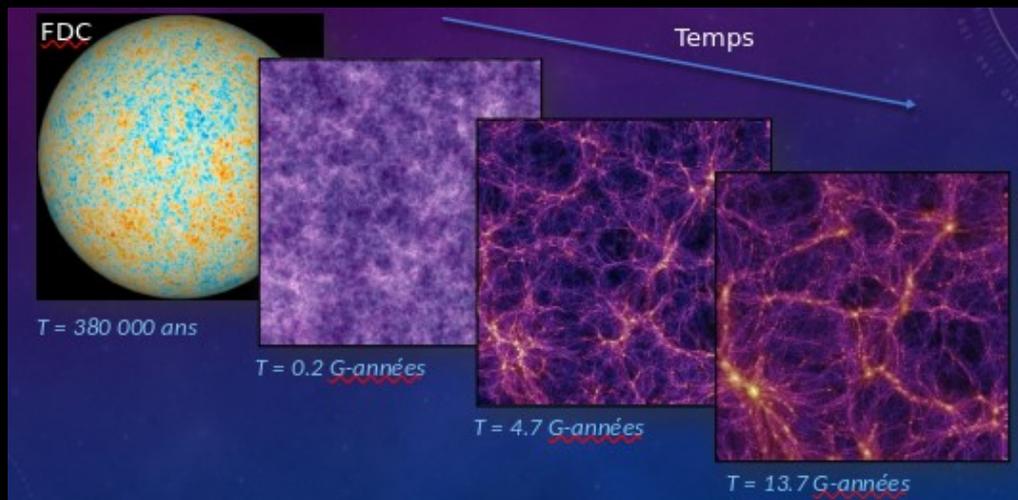
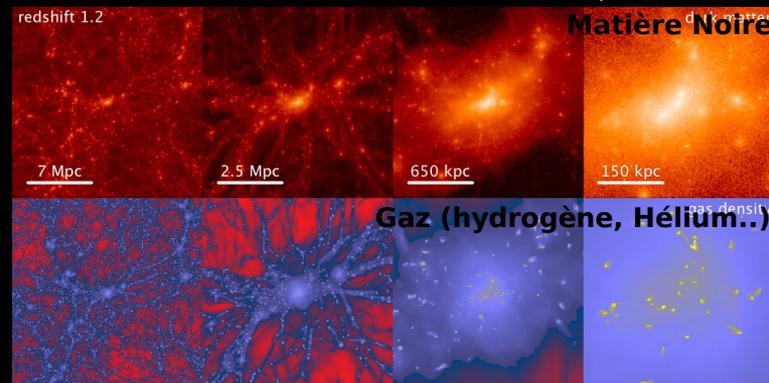
- Big bang chaud, légères fluctuations de densité vont croître
- Expansion accélérée de l'Univers
- Matière et Énergie noires: nature?



Cosmologie / grandes structures

- Taux de croissance des structures (galaxies, amas, toile cosmique): compétition entre gravité et expansion
- Physique de la matière noire et matière ordinaire (baryons)

Crédit: Y Dubois, HorizonAGN

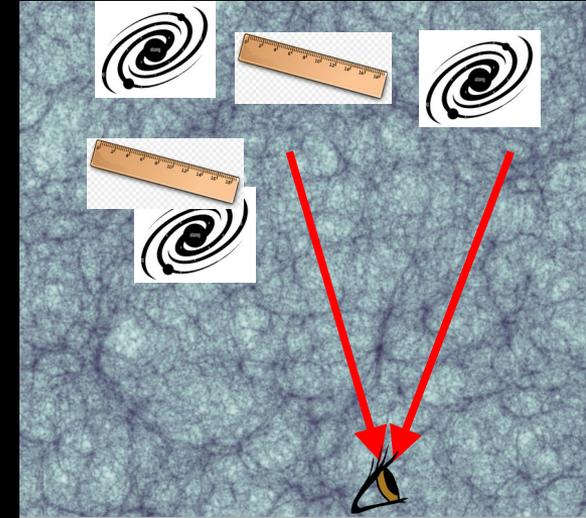
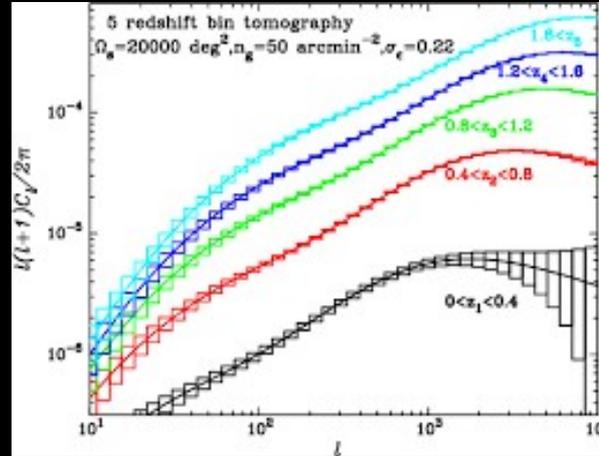
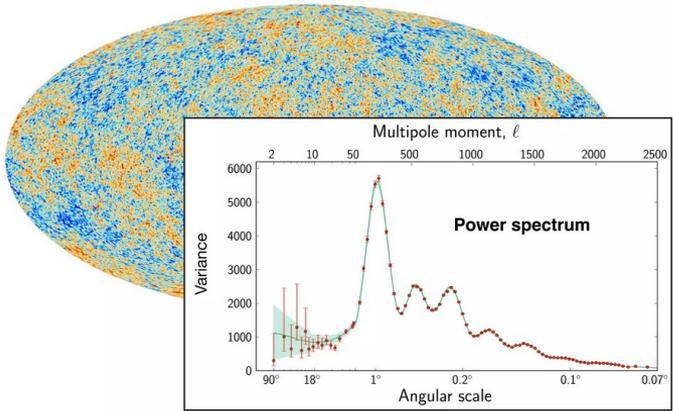


Cosmologie / grandes structures

Fond diffus, matière noire, galaxies: même combat! On fait des statistiques

Nombre de paires avec la distance

- évolution temporelle -> compétition gravité/expansion
- Pic acoustique des baryons (sic): échelle standard --> métrologie de l'univers!

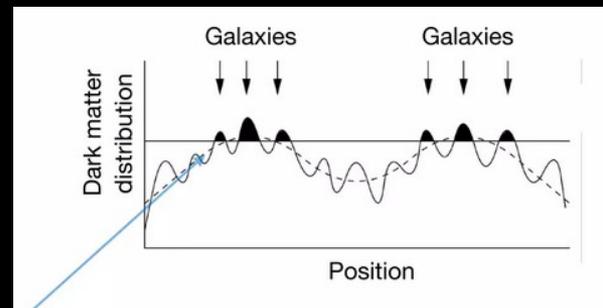


Cosmologie / grandes structures

Les galaxies sont-elles de bons traceurs de la matière noire? Le biais!



Éclairage: bon traceur de la population?



'Amas de la balle!'

Lentillage gravitationnel

Accès direct à toute la masse, sombre ou lumineuse...

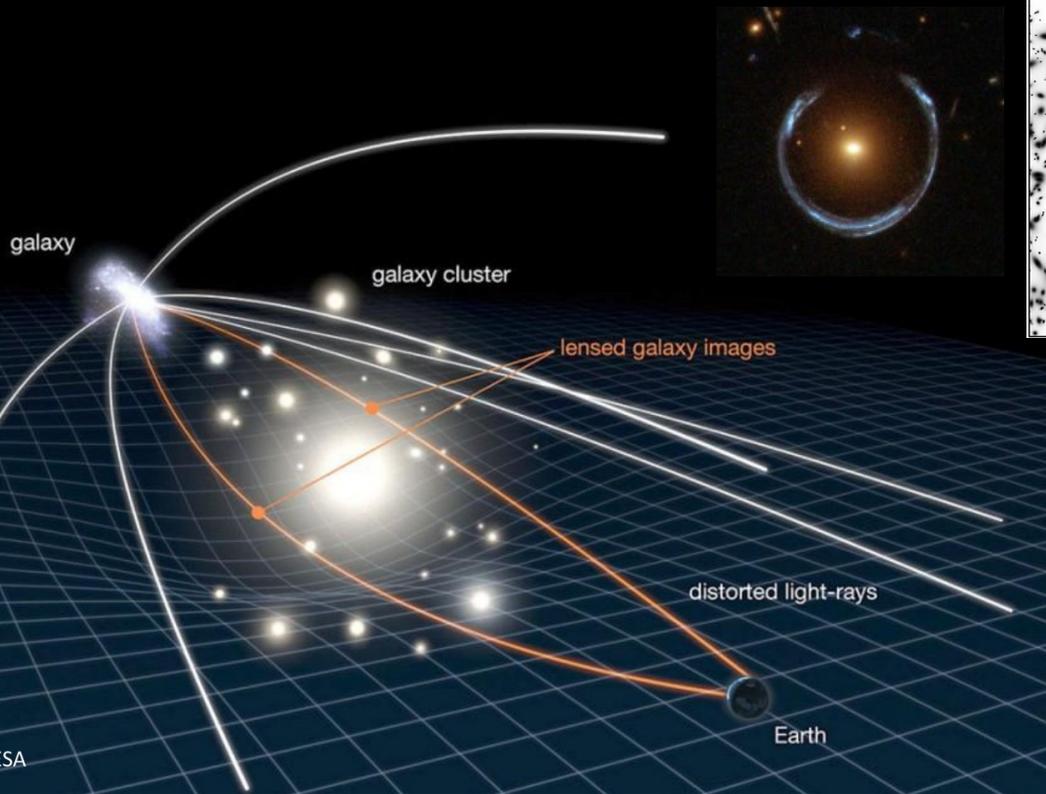
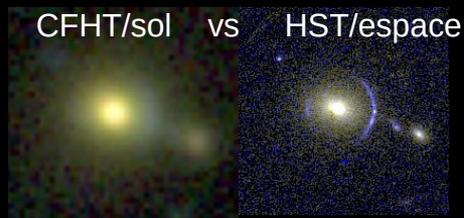
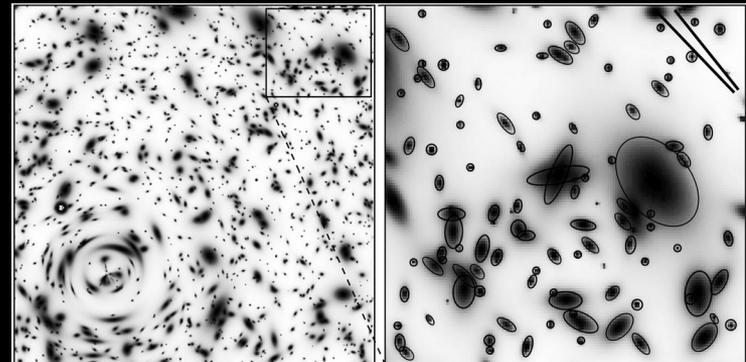
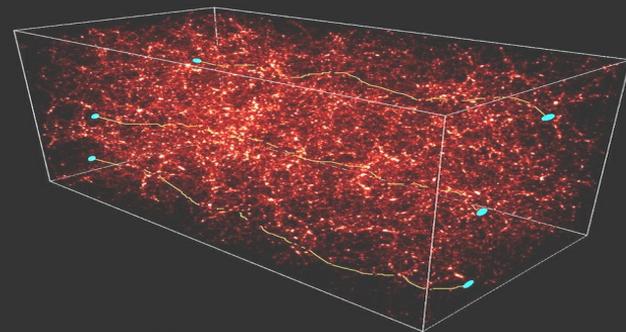


Image: NASA/ESA



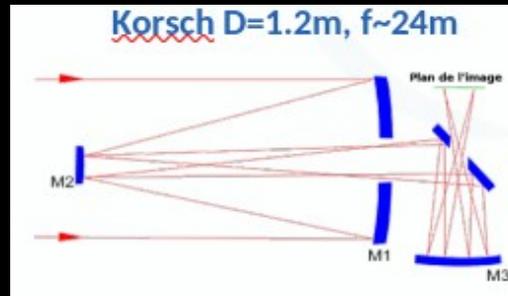
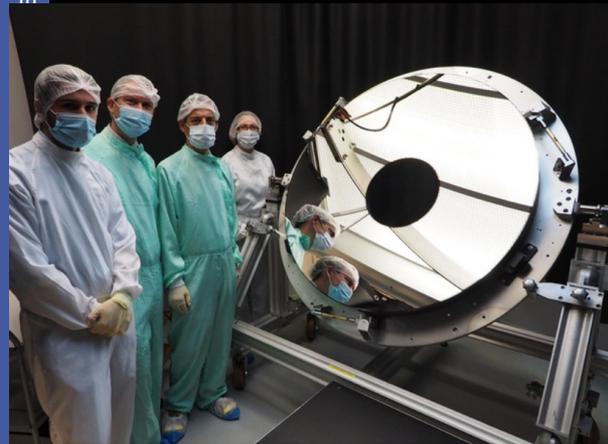
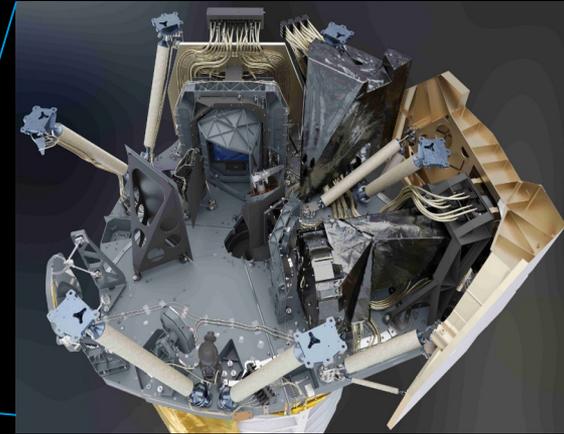
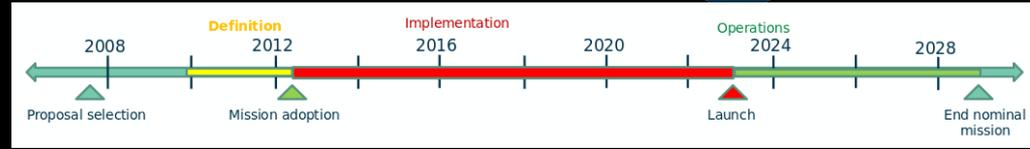
Distorsions faibles :
Mise en évidence statistique!



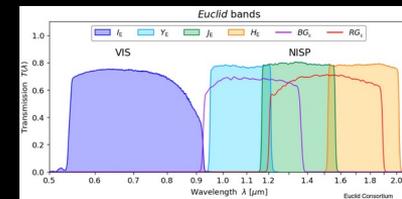
SIMULATION: COURTESY IAC GROUP, G. COLOMBI, IAP

Le télescope spatial Euclid

Mission ESA classe M



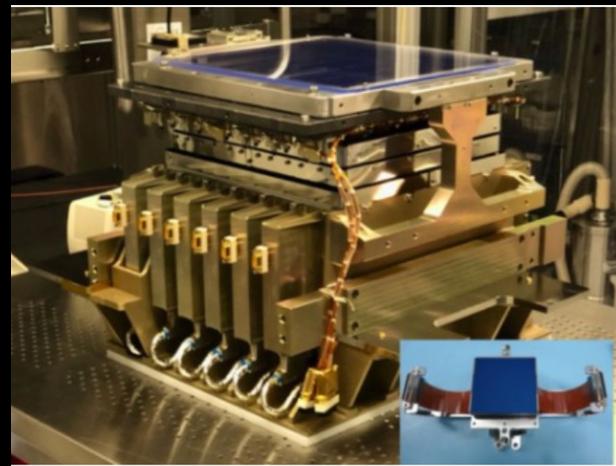
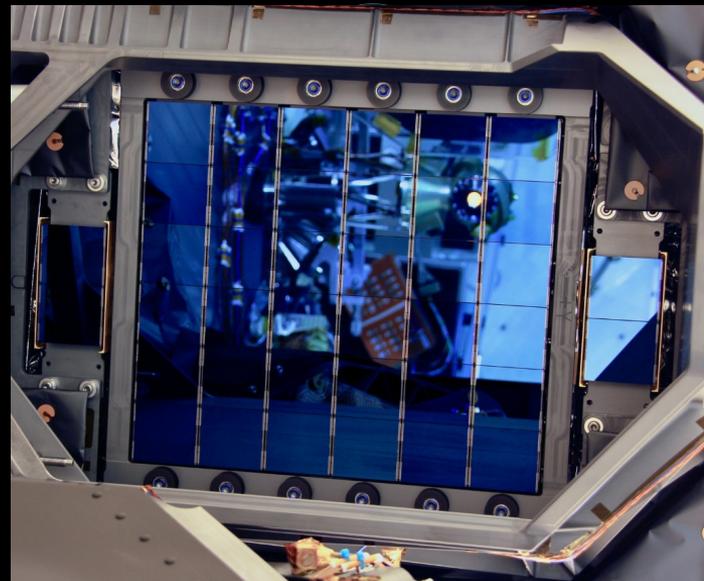
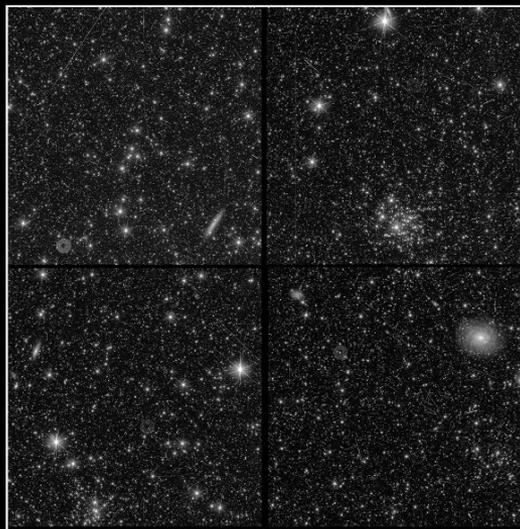
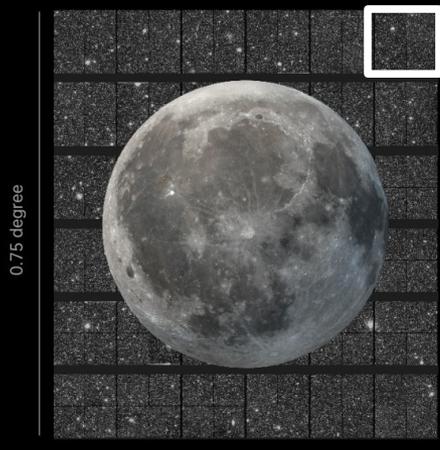
2 Instruments:
VIS: imageur visible
NISP: spectro-imageur proche IR



L'instrument VIS

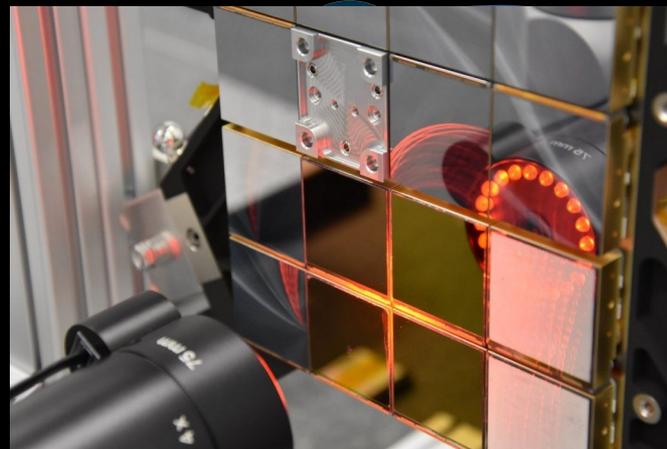
- 1 filtre large: 550-990 nm
- Champ de vue $0.79 \times 0.71 = 0.5 \text{ deg}^2$
- Pixel: $0.1''$, 6x6 CCDs (~ 4200)
- 80000 galaxies par image pour mesurer lentillage
- Résolution $0.18''$
- $m_{\text{ab}} < 24.5$ (galaxies) < 26 (étoiles)

EARLY COMMISSIONING TEST IMAGE, VIS INSTRUMENT

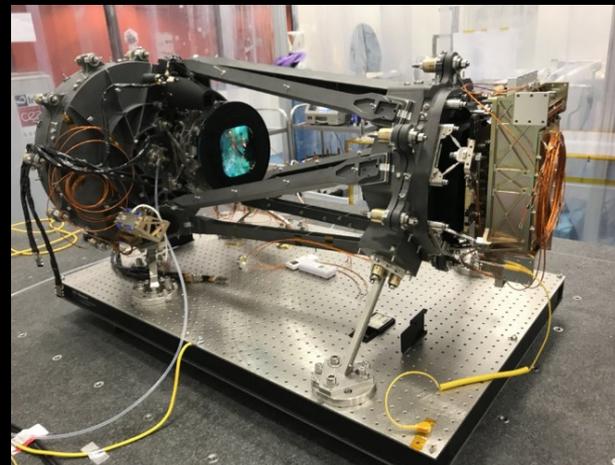
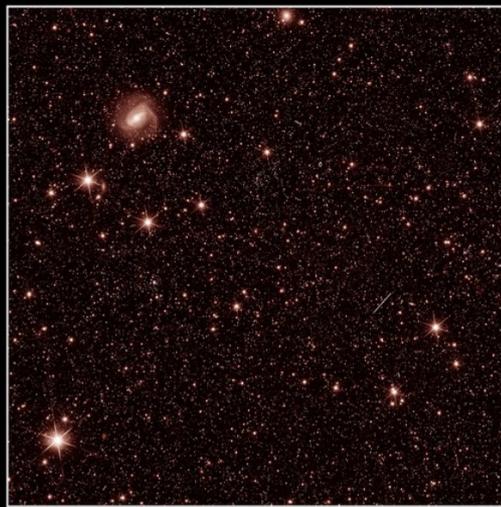
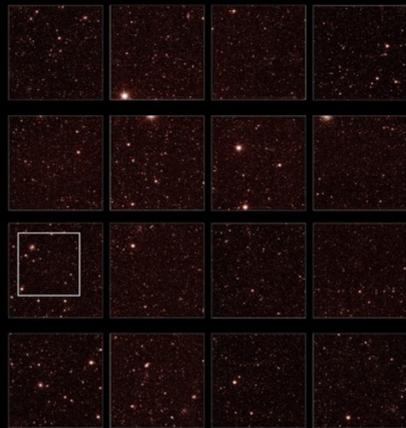


L'instrument NISP

- Imagerie proche infrarouge 3 filtres : YJH
- Spectroscopie 2 grismes, rouge/bleu (900-1800nm)
- Champ de vue $0.79 \times 0.71 = 0.5 \text{ deg}^2$
- Pixel: $0.3''$, 4x4 détecteurs H2RG ($\sim 2000\text{px}$)
- Photométrie de 80000 galaxies
- Spectre ~ 4000 galaxies pour mesurer distance



EARLY COMMISSIONING TEST IMAGE, NISP INSTRUMENT

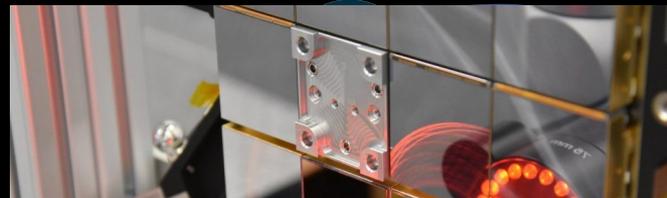


L'instrument NISP

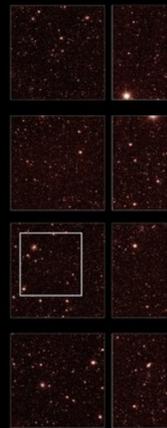
- Imagerie (0.1 arcsec)
- Spectroscopie (0.1 nm)
- Champ de vue (1.1 arcmin)
- Pixel: 0.1 arcsec
- Photométrie
- Spectre



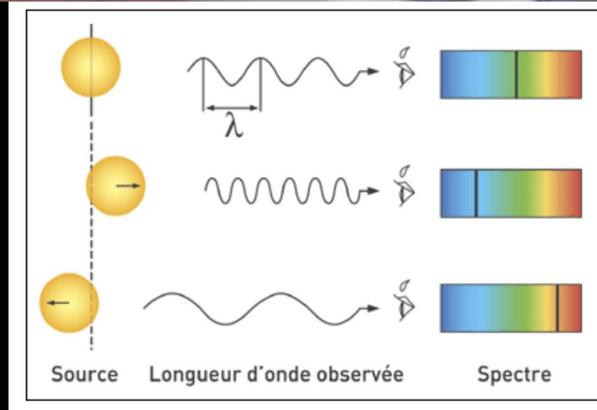
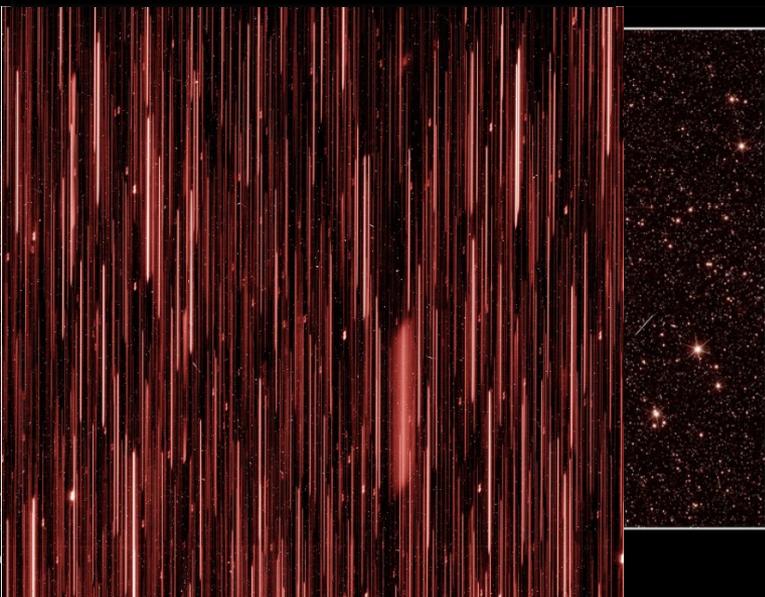
Lumière dispersée: point -> segment!



EARLY COMMISSIONING

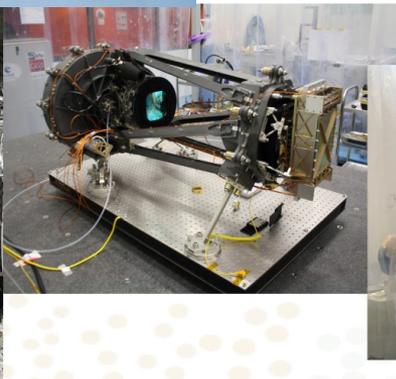
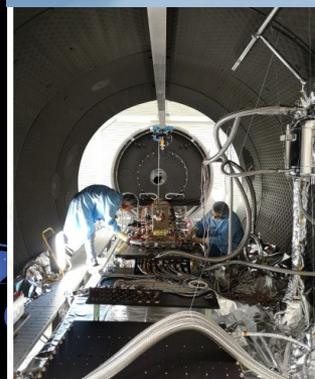
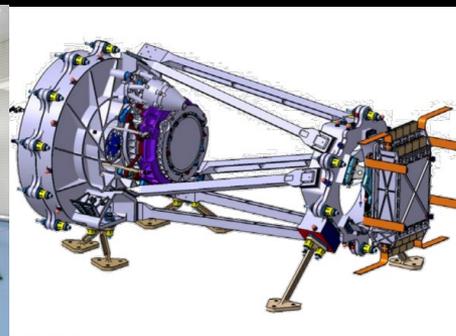


consortium



L'instrument NISP

- Structure mécanique céramique: carbure de Silicium (SiC)
- Assemblage et tests au LAM
- Software: dépouillement spectres et mesure de redshifts



Hommage :
O. Lefevre (1960-2020),
rôle clé au LAM et pour
Euclid



Euclid: mission spatiale



Lancement SpaceX, 1er juillet 2023, Cap Canaveral

Soyouz?
Ariane 6?



Crédit: Space X

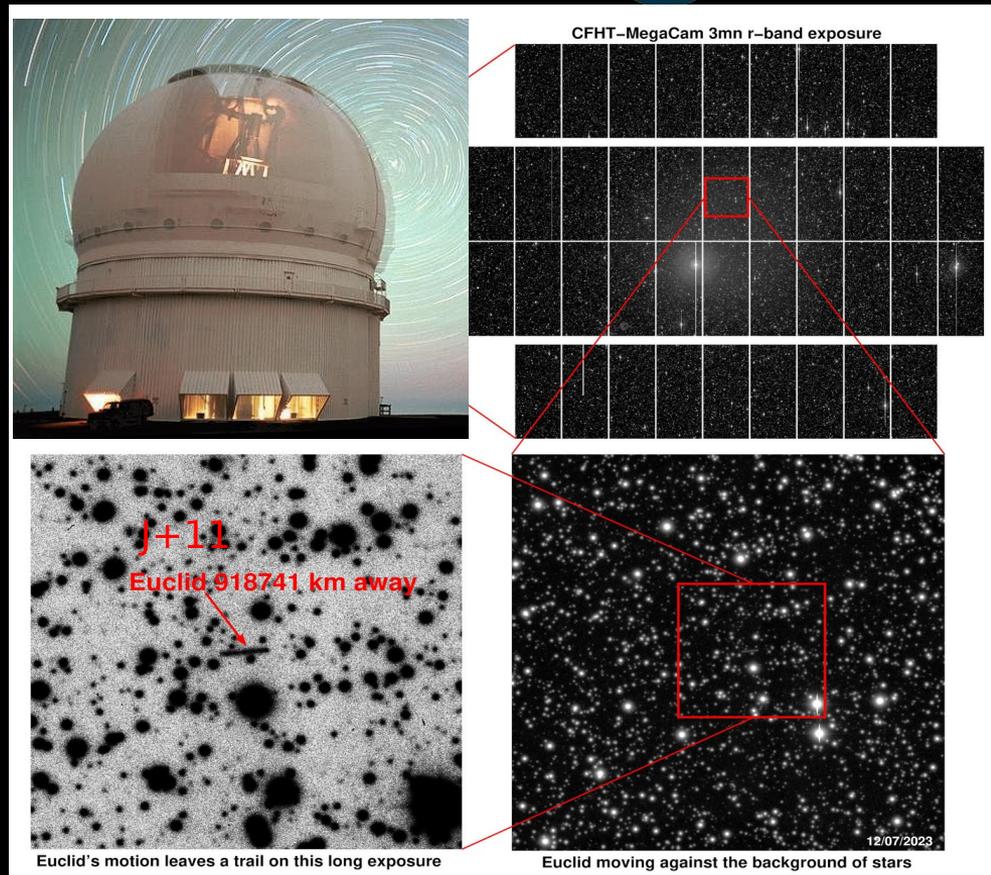


Étapes post lancement

- 40 sec: Euclid et fusée se séparent
- 45 min: Signal reçu
- Manœuvres de correction d'orbite
- 2eme jour : Instruments allumés
- Décontamination (glace)
- Allumage des détecteurs
- Mise au point et premières images

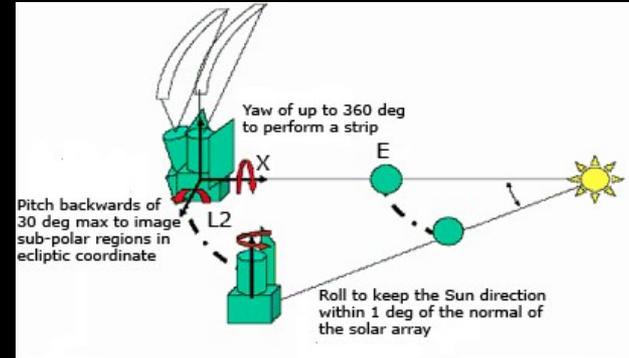
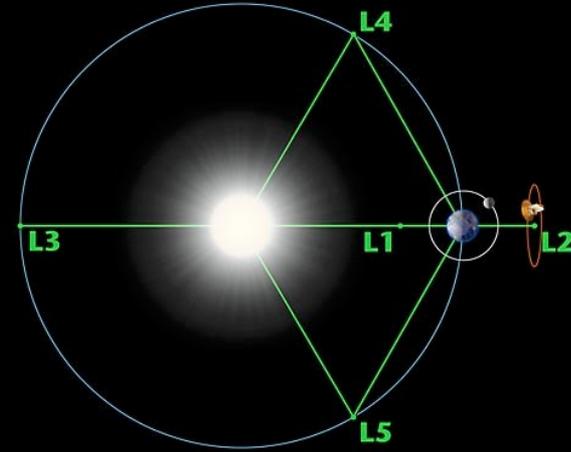
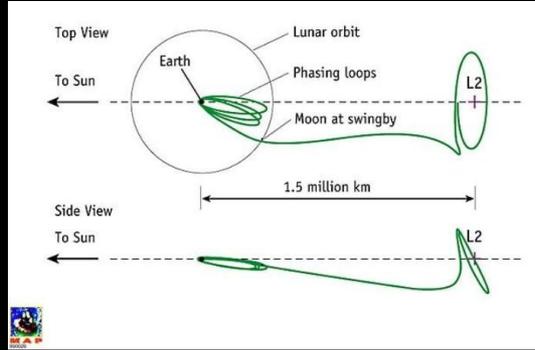


Crédit: Space X

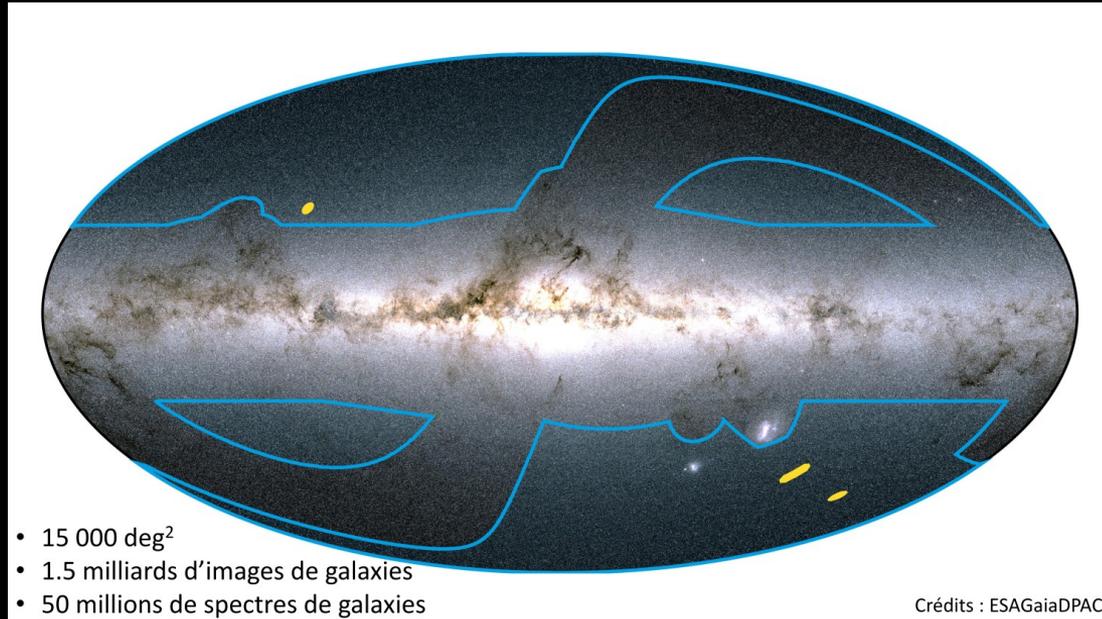


Crédit: J-C Cuillandre

Euclid au point L2 de Lagrange



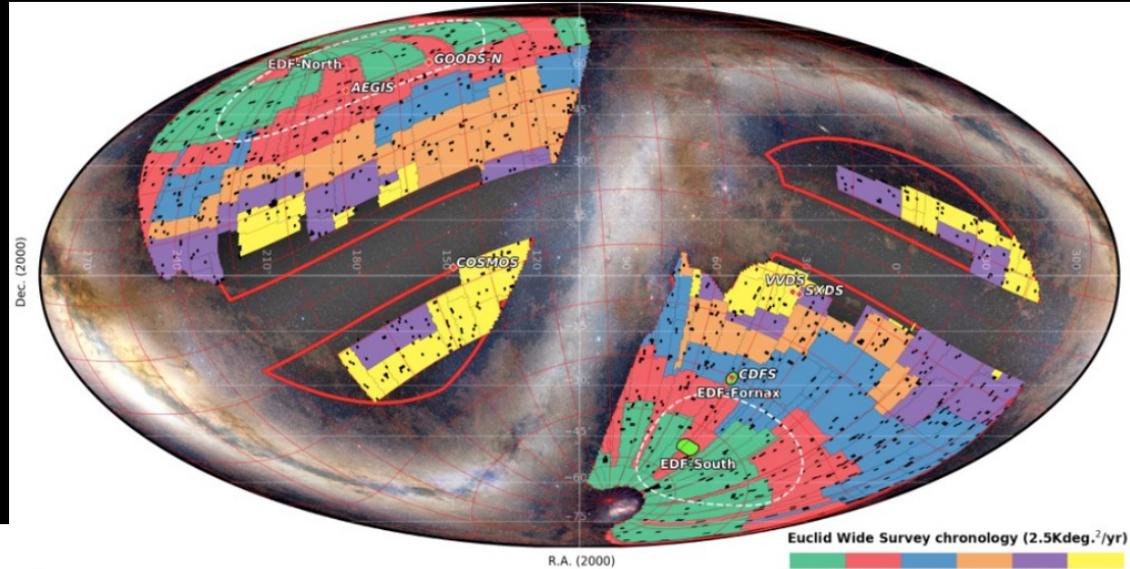
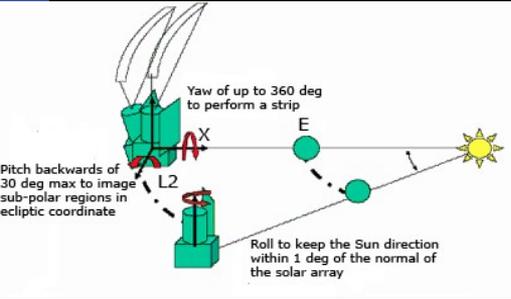
Le relevé du ciel par Euclid



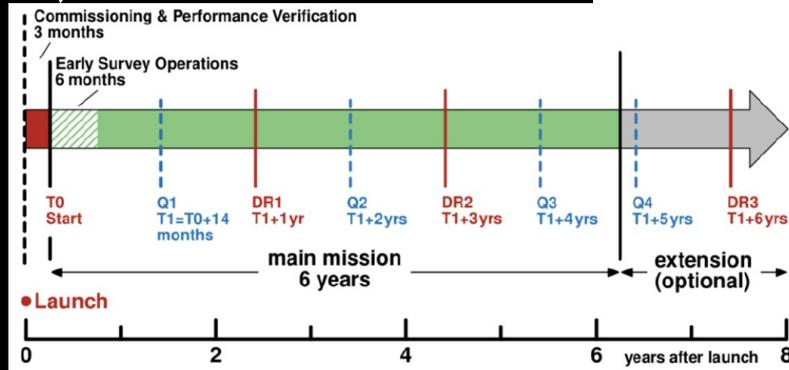
On évite la Voie Lactée et le plan de écliptique (lumière zodiacale)



Le relevé du ciel par Euclid



L+145j



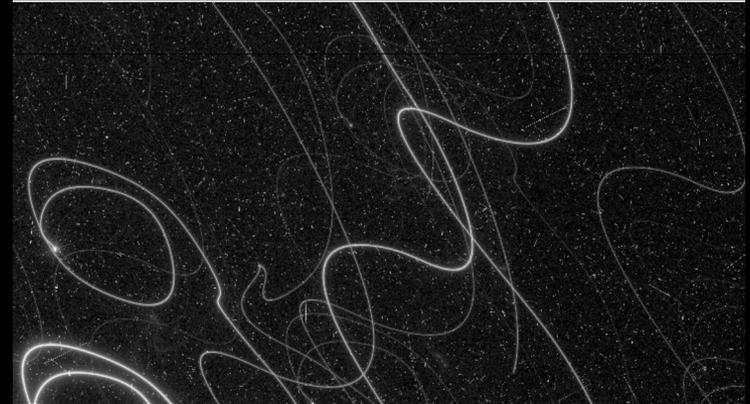
Euclid Consortium, Scaramella et al. 2021

Début du relevé en février 2024!

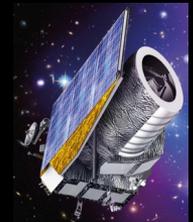
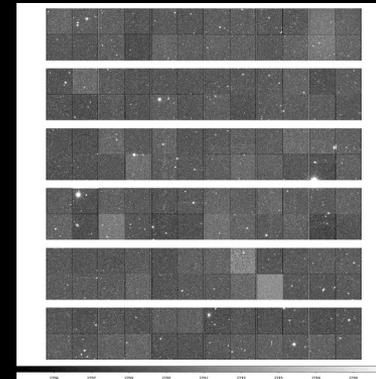
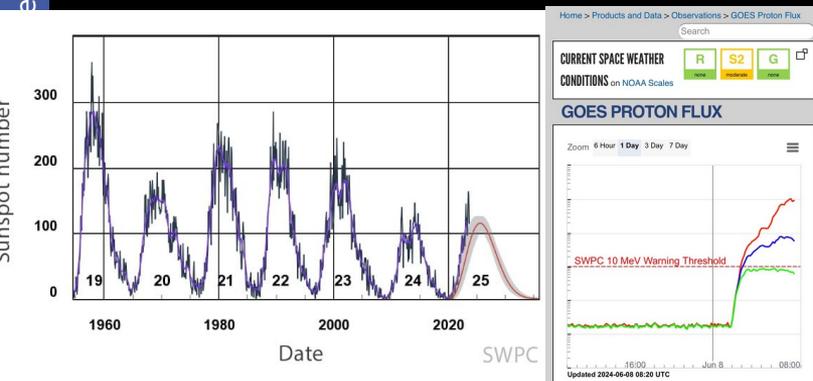
Quelques déconvenues...

Maximum d'activité solaire!
Flux de protons et sursauts X

Impact sur le système de guidage (corrigé)

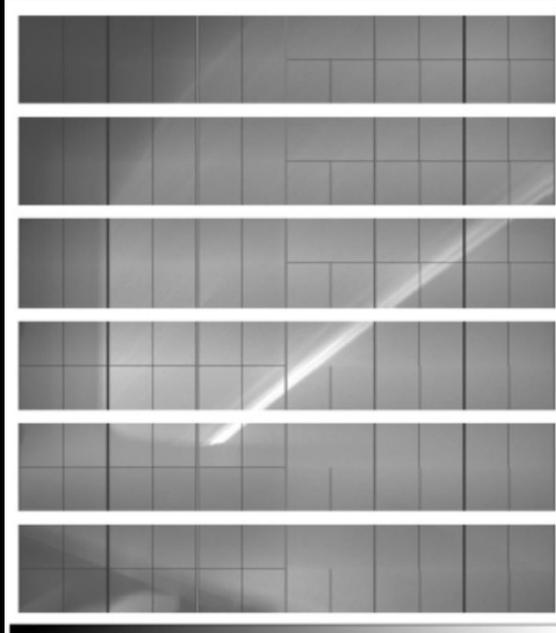
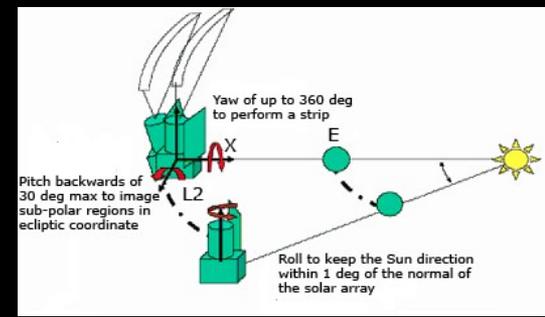


Impact sur certaines observations! (sursauts X)

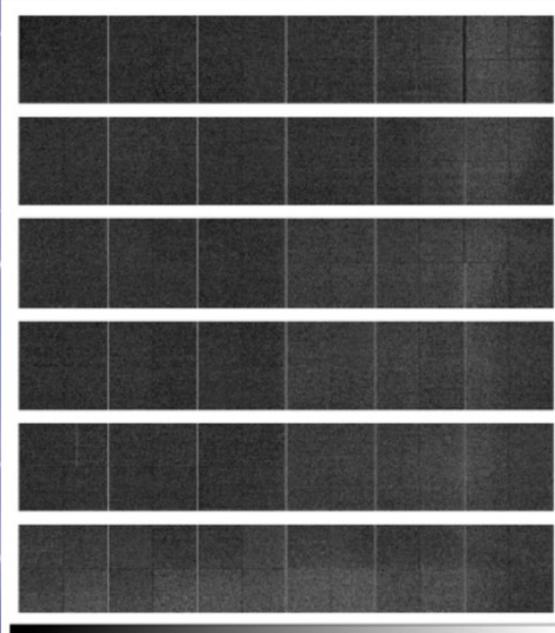
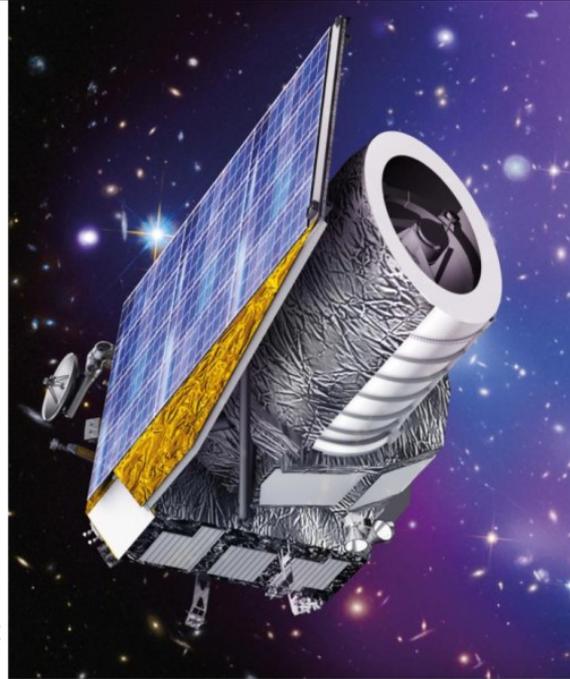


Quelques deconvenues...

Lumière parasite!
Problème facilement réglé



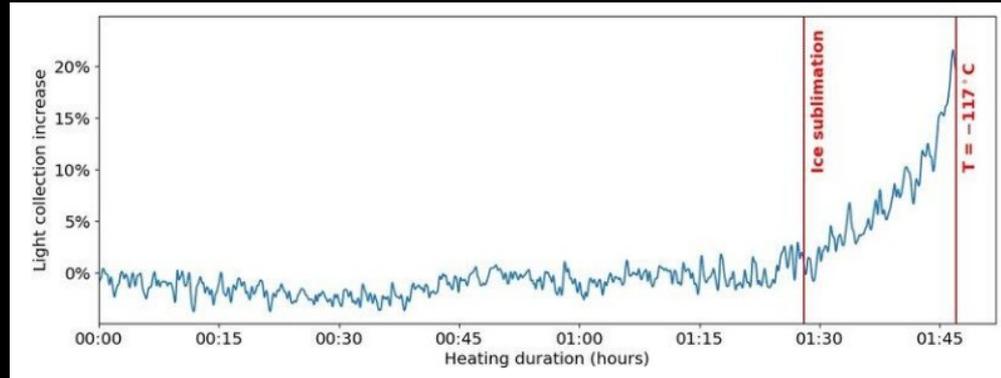
Alpha Angle: +4.5 deg



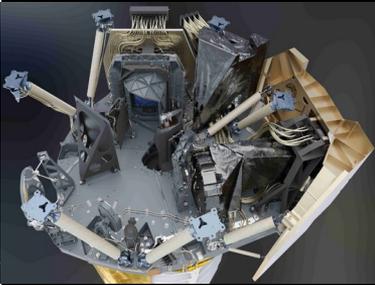
Alpha Angle: -4.5 deg

Quelques deconvenues...

Contamination par vapeur d'eau... Dépôt de glace



Images images, juin 2024



Chauffage d'un miroir a réglé le problème... pour un temps
mais cavité "quasi fermée"... la glace reviendra... cycles longs à prévoir

Early Release Observations



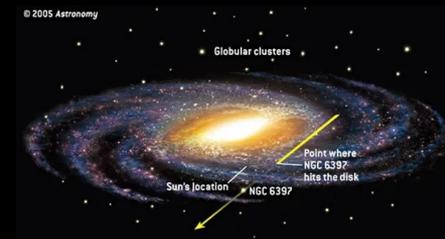
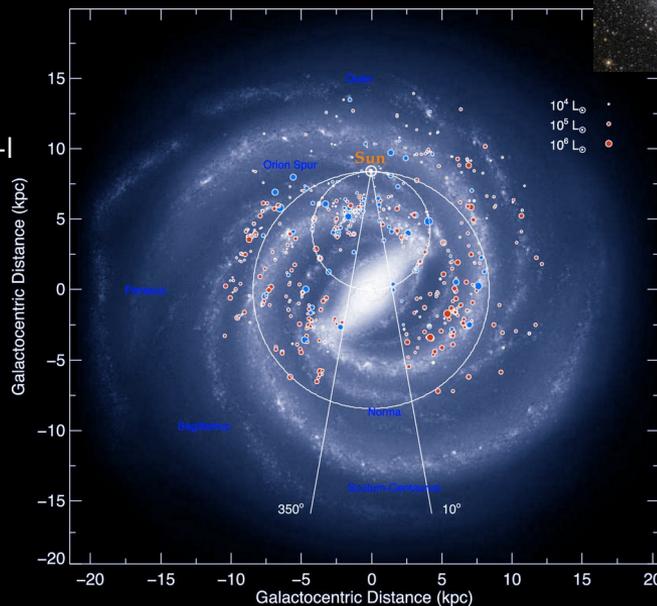
L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)



Tête de Cheval à 1 400 a-l



Amas NGC6397 à 8 000 a-l



<https://www.cosmos.esa.int/web/euclid/home>

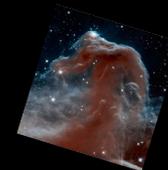
Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)

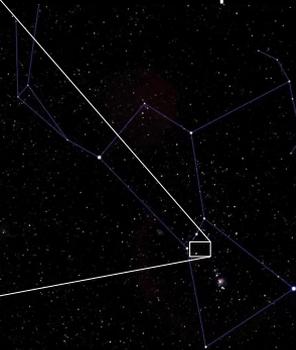


180x le champ de Hubble,
300x le champ du JWST
images de qualité comparable (spatial)



Capable d'imager à grand contraste l'ensemble du ciel
(Couleur rgb vient des images VIS, Y+J, H)

Presque toute la nébuleuse de la Tête de Cheval d'un coup
(à qq 1400 a-l),
avec même les galaxies arrière-plan (à qq milliards al) !

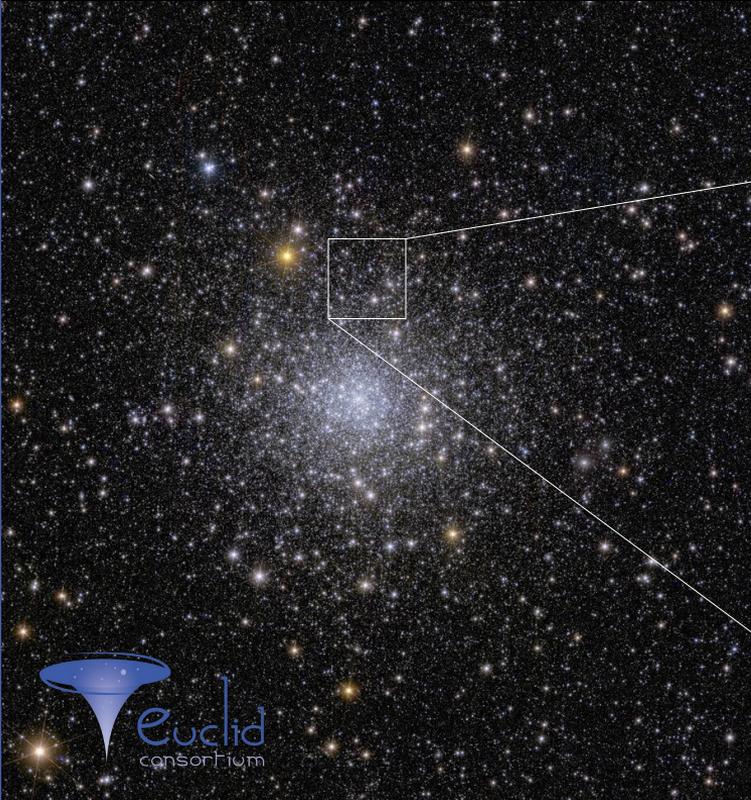


Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)

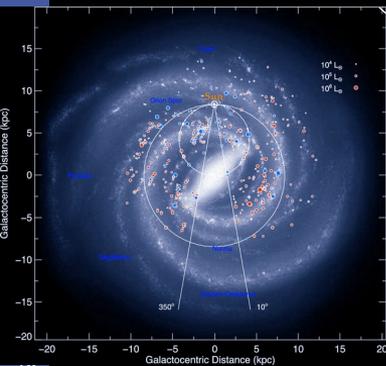
Amas globulaire NGC6397 (à 8 000 a-l)



Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)



Local Group and nearest galaxies

NGC6822 (Barnard) à 1.6 millions d'a-l

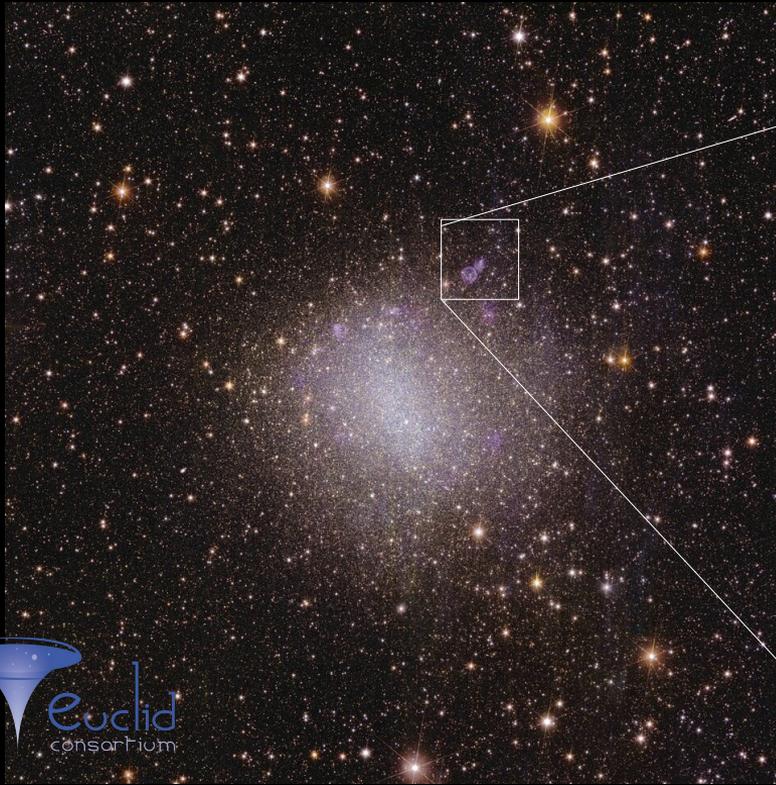


Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)

Galaxie NGC6822 (Barnard) à 1.6 millions d'a-l

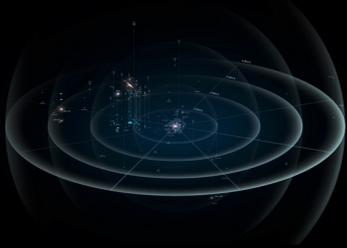


Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)

Local Group and nearest galaxies

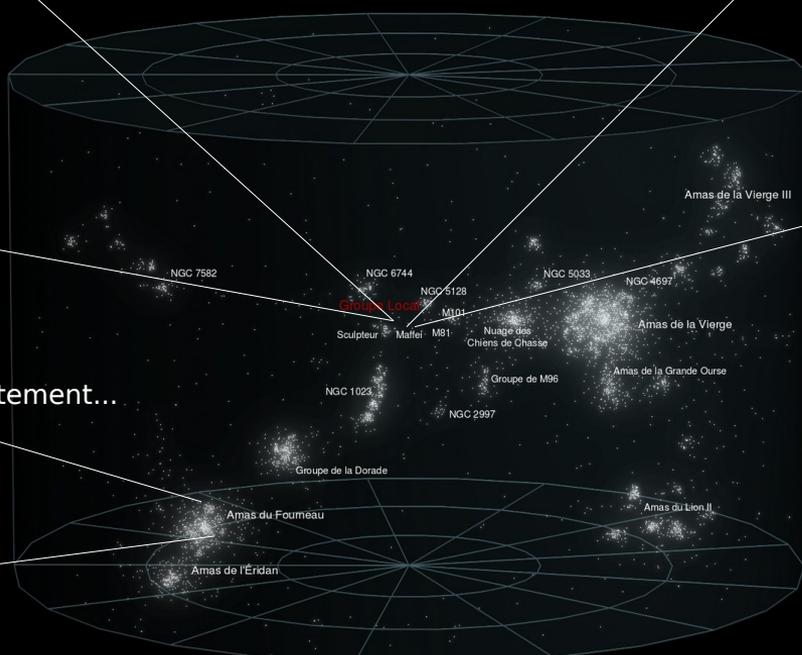


Superamas de la Vierge

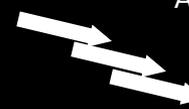
IC342 (Caldwell 5, Galaxie cachée), à 11 Ma-l



Amas de Fornax, à 62 Ma-l
Observations en cours de traitement...



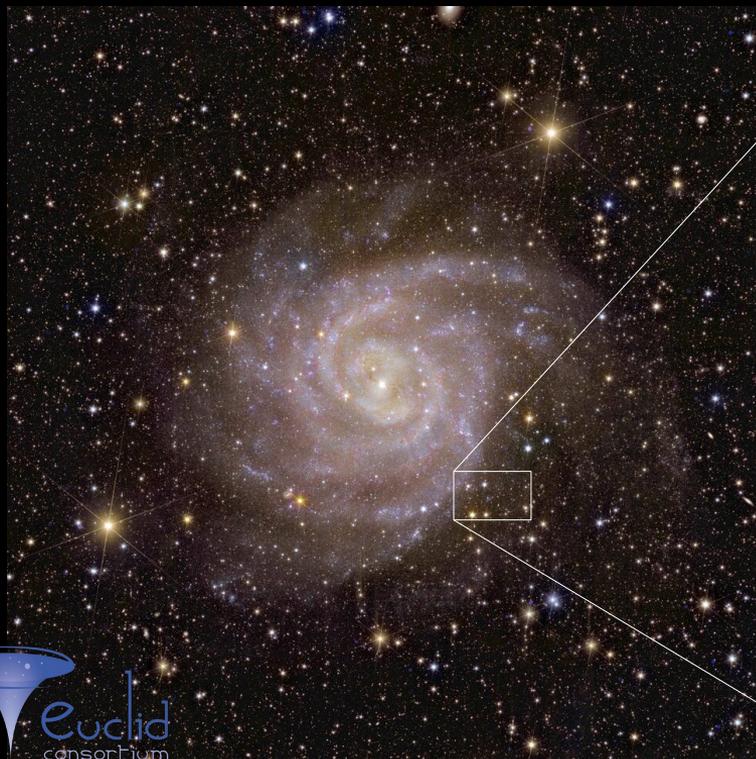
Amas de Persée, à 240 Ma-l



Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)



Galaxie IC342 à 11 millions d'a-l
(cachée derrière le disque poussiéreux de la Voie Lactée)



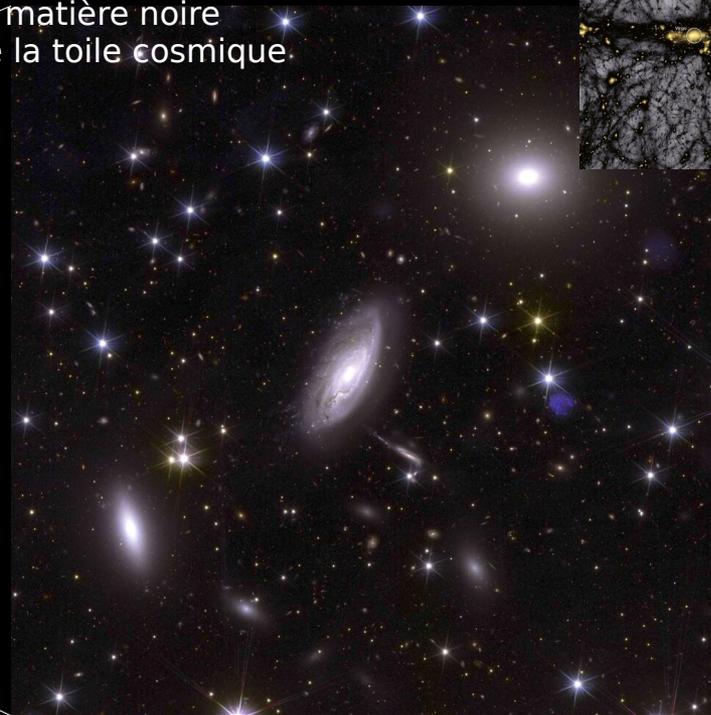
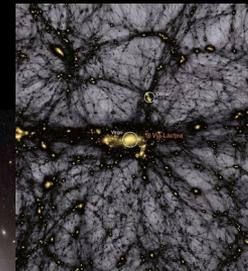
Early Release Observations



L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)

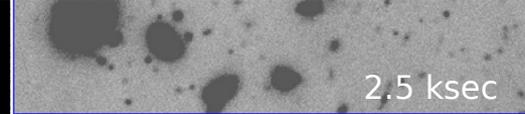
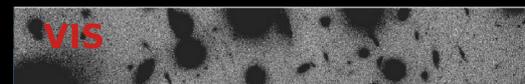
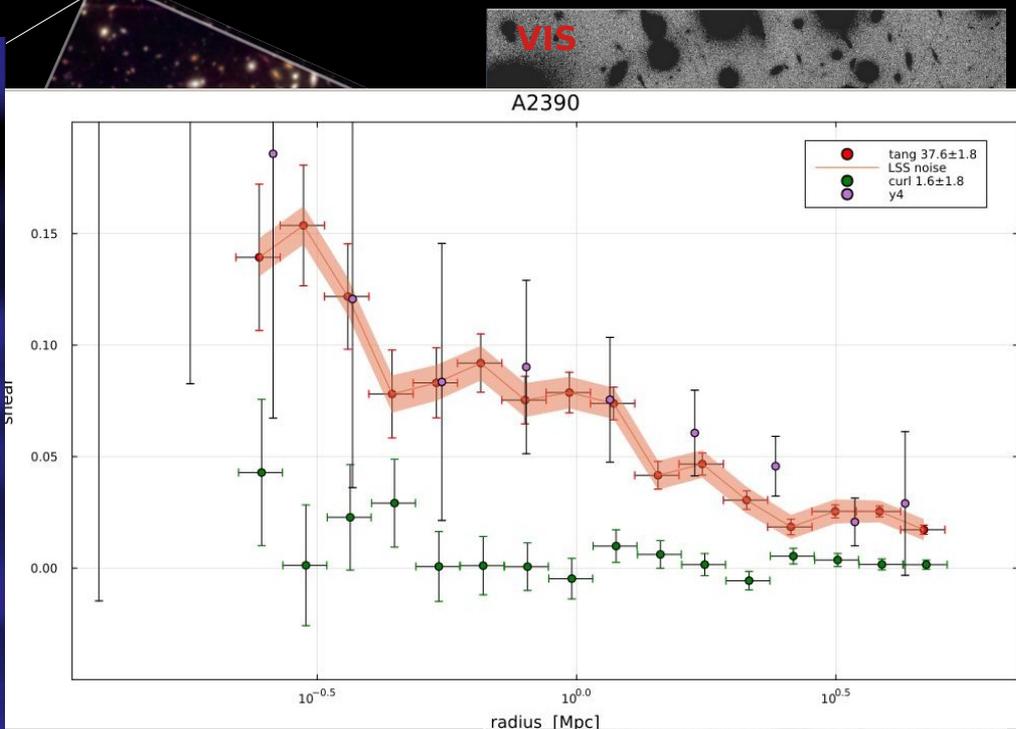
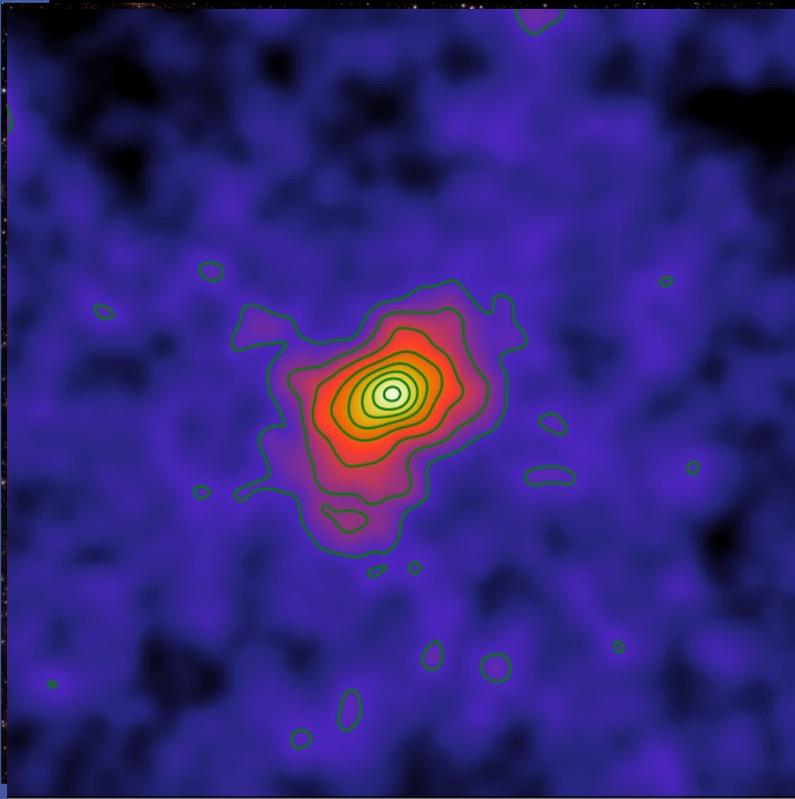


Amas de Persée à 240 millions d'a-l.
~200 galaxies liées par la gravité
Riche en matière noire
Nœud de la toile cosmique.



Early Release Observations

L'ESA a prévu d'observer très tôt quelques zones notables du ciel (ne faisant pas partie du relevé)



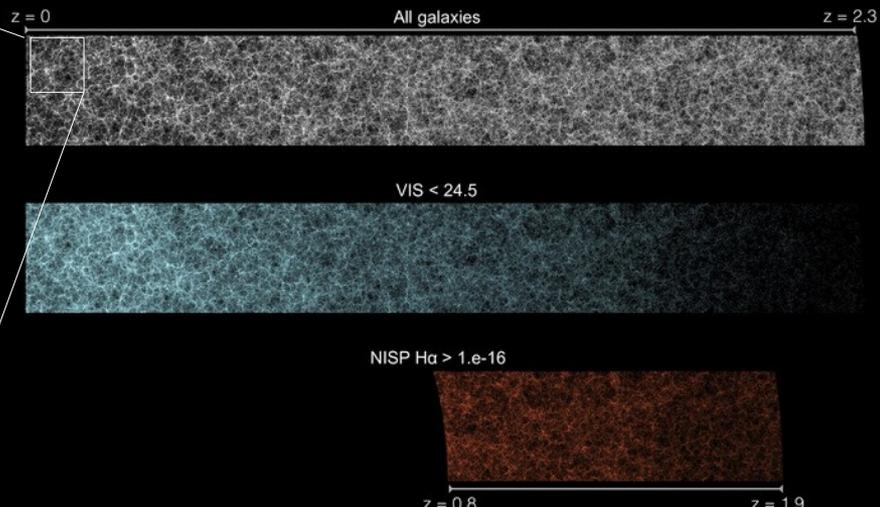
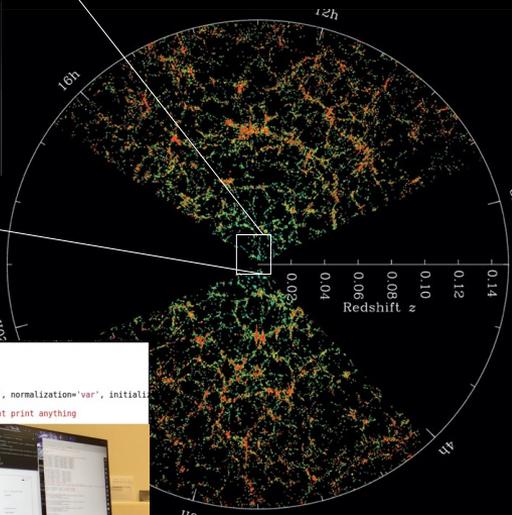
Et ensuite.....



Le relevé du ciel va bientôt commencer, et une cartographie 3D de la moitié de l'Univers observable! ERO sont ~16 clichés... le relevé complet en contiendra 30 000!!!!

Analyse cosmologique statistique: lumière sur matière noire et énergie noire: 1.5 ans, 3 ans et 6 ans.

En quelques mois Euclid a vu plus de ciel qu'Hubble en 30ans!
Premiers articles scientifiques (évolution des galaxies, amas de galaxies, lentilles gravitationnelles...)



premieres images, nov 2023

```
# Pref[1,1]=eval(listValues[1])&condref)
# Gene: Rotate SOM
mapsize: pix_nb_pixl
# Gene: ...
som = sompy.SOMFactory.build(artrain, mapsize, mask=None, mapshape='planar', lattice='rect', normalization='var', initiall
xy)
som.train(n_job=1, verbose='info') # verbose='debug' will print more, and verbose=None wont print anything
display_occ(som.arbordo)
display_occ(som.arref)
# Weight
# ratio between reference and train
w = som.weight(som.arbordo.arref)
# obtient les weights galaxy par galaxy
oc_bordo = som.km[1] to xy(som.project_data(arbordo))
# produce the weight for each galaxy given the weight map
weightInter=label_obj(w_map, oc_bordo)
weightTrain(consbordo)=weightInter
```

