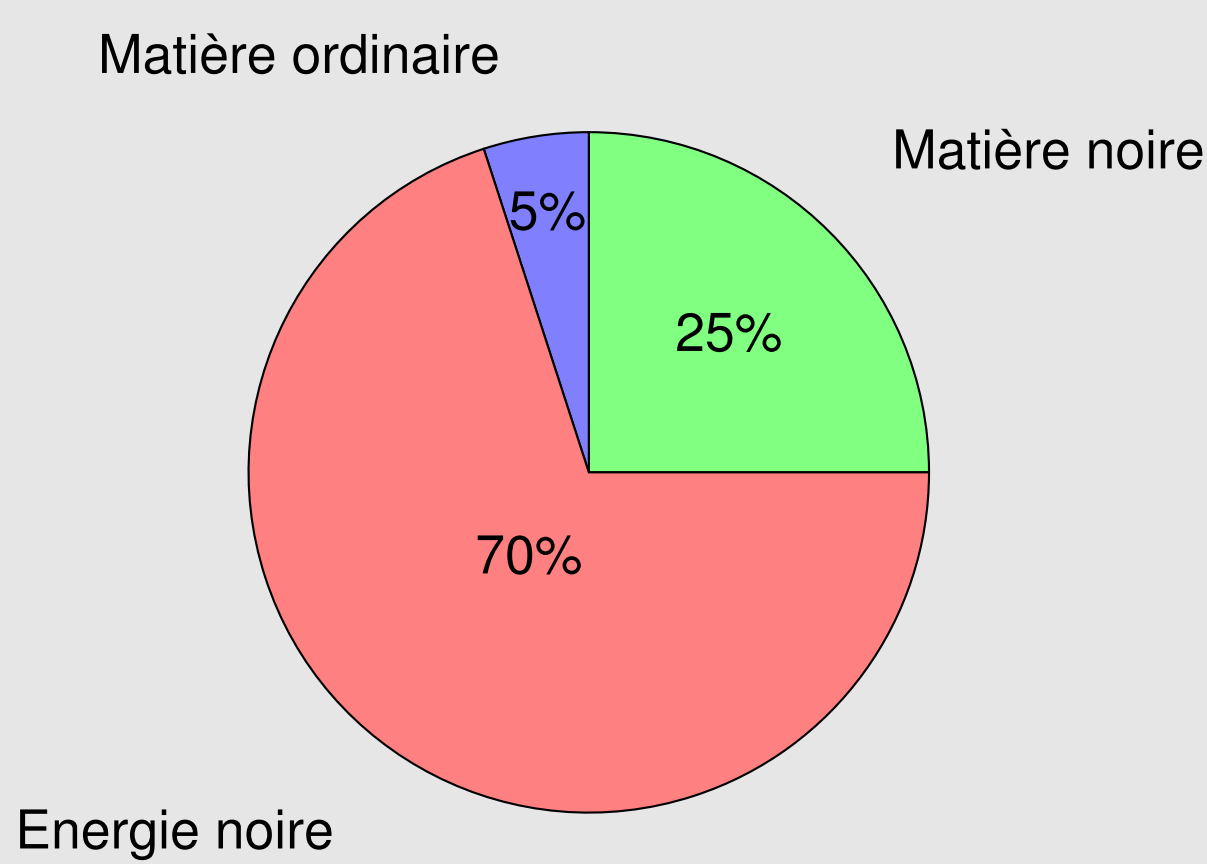


EUCLID: exploration du côté obscur de l'univers

Arnaud Chapon / Julien Zoubian

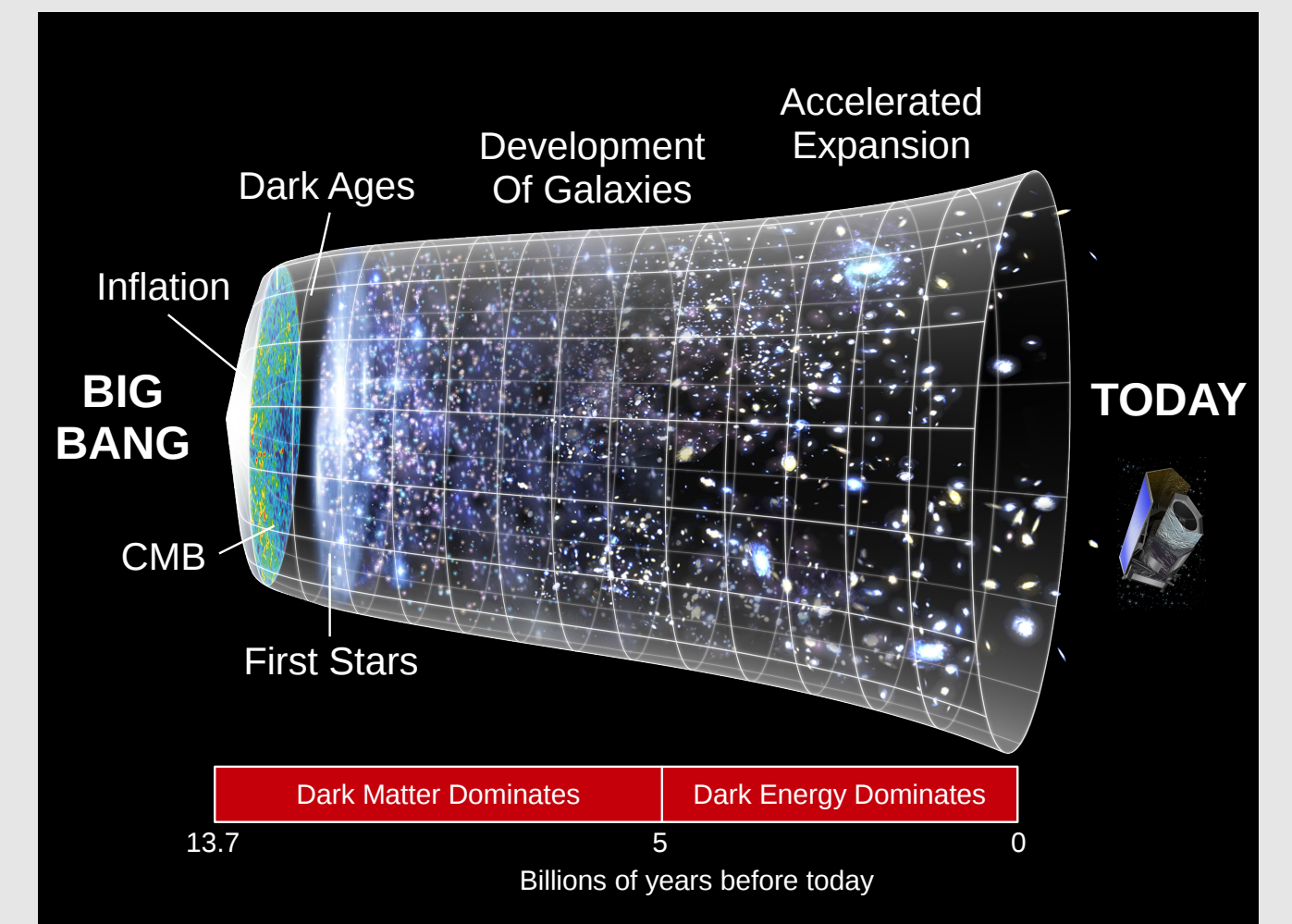
Centre de Physique des Particules de Marseille

Cosmologie



Les observations des supernovae, du fond diffus cosmologique, et plus récemment la mesure des oscillations acoustiques des baryons et des effets de lentilles gravitationnelles faibles, favorisent le modèle cosmologique Λ CDM pour lequel l'expansion de l'Univers est actuellement en accélération. Ce modèle fait appel à deux composants insaisissables, la matière sombre et l'énergie sombre.

Si toutes ces observations sont cohérentes, il convient maintenant de mieux contraindre le Modèle par des mesures de précision afin d'identifier les composantes sombre de l'Univers. C'est le but de la mission EUCLID.

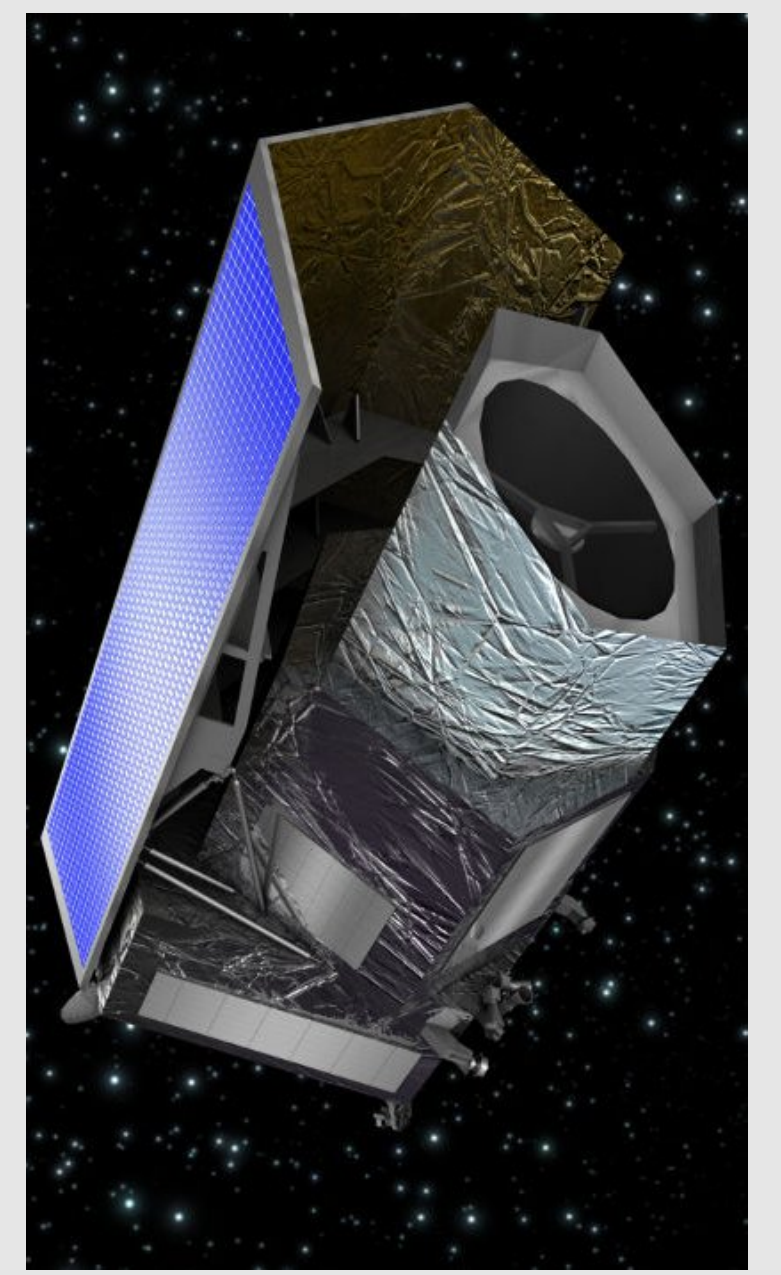


EUCLID : les enjeux

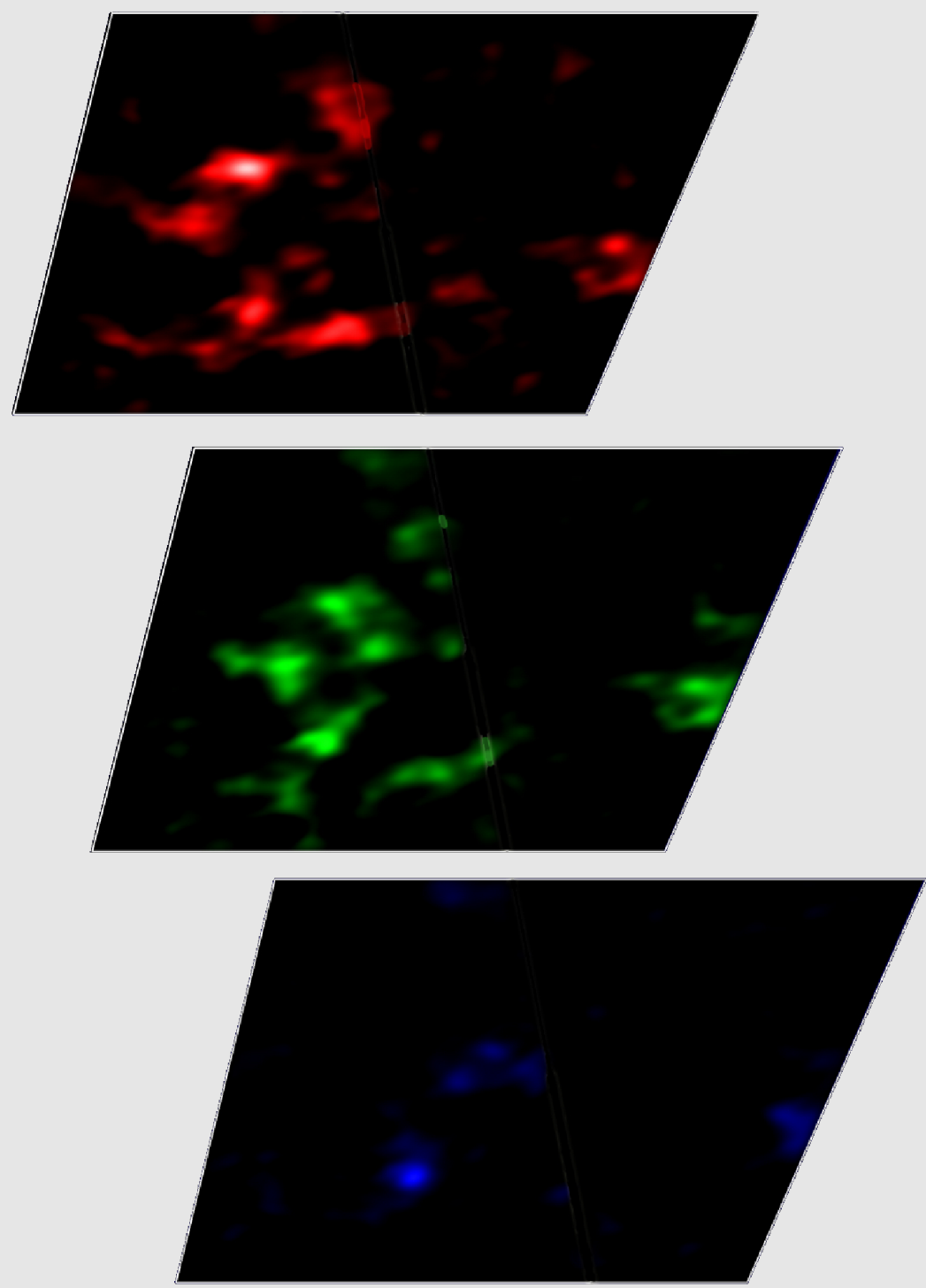
EUCLID est une mission spatiale, financée par l'ESA, entièrement dédiée à la compréhension de l'accélération de l'expansion de l'Univers et de la nature de la matière noire. La nature de ces deux composantes sombres est tout à fait inconnue et une possibilité pour expliquer ces observations est une remise en cause de la relativité générale. La mission EUCLID propose de répondre à un certain nombre de questions.

- ▶ Est que l'énergie noire évolue en fonction du temps ? $w(a) = w_p + w_a(a_p - a)$
- ▶ Est ce que la gravité est différente à grande échelle ? $f(z) = \Omega_m(z)^\gamma$
- ▶ Quelle est la nature de la matière noire ? Quelle est la contribution des neutrinos ? m_ν
- ▶ Quelles sont les conditions initiales de la croissance des grandes structures ? f_{NL}

La mission est optimisée pour deux sondes cosmologiques indépendantes et complémentaires : la tomographie de l'effet lentille gravitationnelle faible (WL) et les oscillations acoustiques des baryons (BAO). Ces deux approches sont particulièrement prometteuses pour sonder à la fois la géométrie de l'Univers et la croissance des structures de matière noire. Ces deux méthodes demandent de très grands relevés du ciel, de plusieurs milliers de degrés carrés, en imagerie et en spectroscopie.



EUCLID : la mission

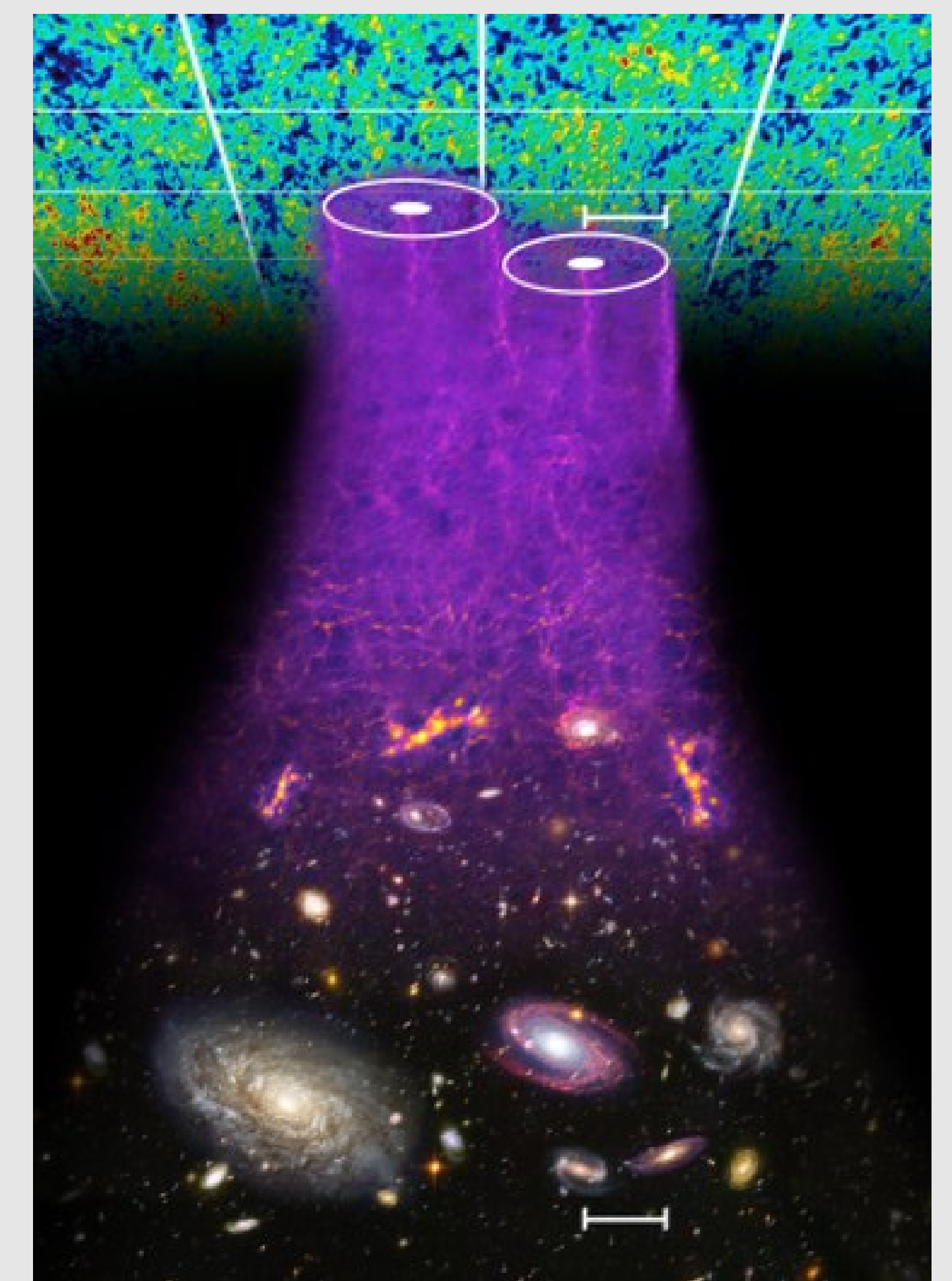


Le WL nécessite une haute qualité d'image pour les mesures de forme des galaxies et de la photométrie pour mesurer les redshifts jusqu'à $z \geq 2$ à une précision de $dz/(1+z) < 0.05$. Le BAO nécessite des observations spectroscopiques dans le proche infrarouge pour mesurer les redshifts des galaxies entre $0.7 \leq z \leq 2.0$ à une précision de $dz/(1+z) < 0.001$.

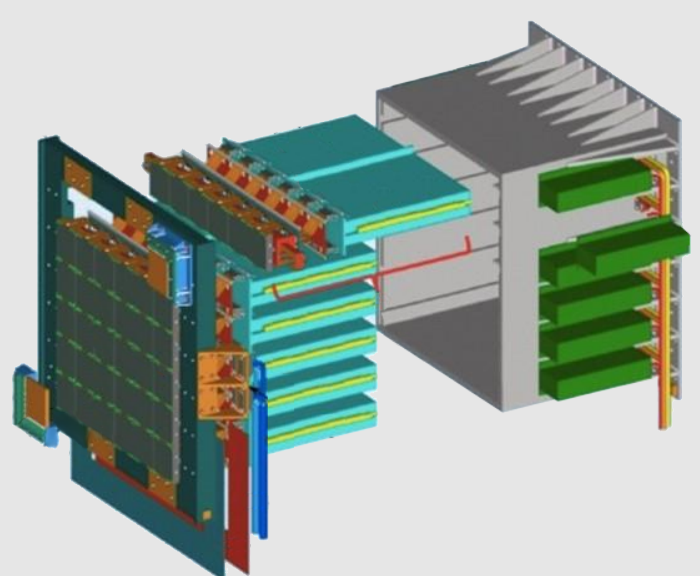
Les deux sondes nécessitent un très haut degré de stabilité du système pour minimiser les effets systématiques et d'un relevé couvrant une partie importante du ciel extra-galactique. Une telle combinaison d'exigences ne peut être satisfaite à partir du sol et nécessite un télescope spatial avec un grand champ de vue.

Le télescope d'EUCLID distribuera la lumière à deux instruments : un photomètre visible (VIS) et un spectro-photomètre proche infrarouge (NISP). Les deux instruments fonctionneront en parallèle et auront un champ de vue commun de $\sim 0.54 \text{ deg}^2$.

6 années sont nécessaires pour réaliser les relevés de la mission. Le sondage large couvrira 15000 deg^2 du ciel extragalactique et sera complété par deux champs profonds de 20 deg^2 observés en plusieurs fois sur une base mensuelle.

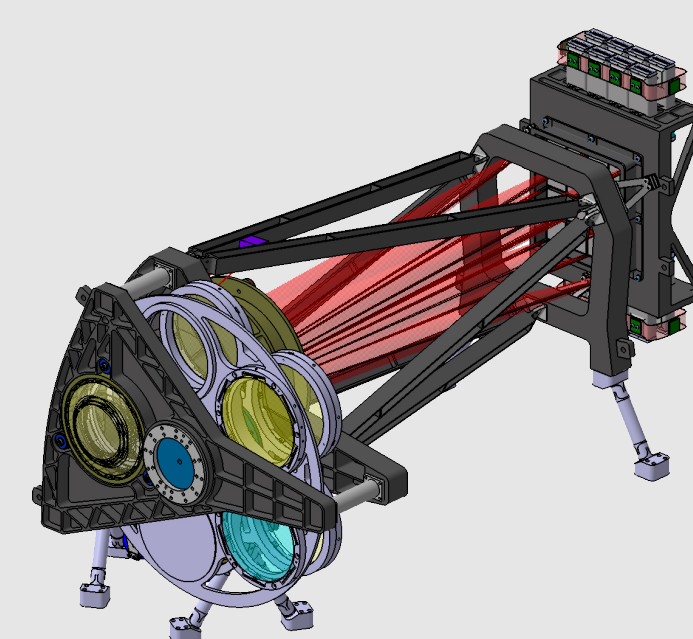


Instrument VIS



Pour le WL, EUCLID mesurera les formes de 30 galaxies résolues (ie de taille $\geq 0.2 \text{ arcsec}$) par arcmin^2 dans la bande large RIZ (550 – 920 nm) jusqu'à une magnitude AB de 24.5 à $\text{SNR} > 10$. Le VIS sera équipé de 36 détecteurs CCD avec des pixels de 0.1 arcsec .

Instrument NISP



Le photomètre à trois bandes (Y, J, H) servira à la mesure des redshifts photométriques et le spectro-mètre sans fente mesurera le redshift pour la sonde BAO grâce à plusieurs Grisms (Grating (réseau) + Prism). Le NISP sera équipé de 16 détecteurs HgCdTe avec des pixels de 0.3 arcsec sur le ciel.

Implications du CPPM

Le CPPM est fortement impliqué dans le projet de télescope spatial EUCLID, notamment sur la caractérisation du plan focal complet du NISP et les simulations de l'instrument en mode spectroscopie...

Voir le poster suivant.

Euclid Consortium



Aix-Marseille université

CNRS IN2P3 Les deux infinis



EUCLID: exploration du côté obscur de l'univers

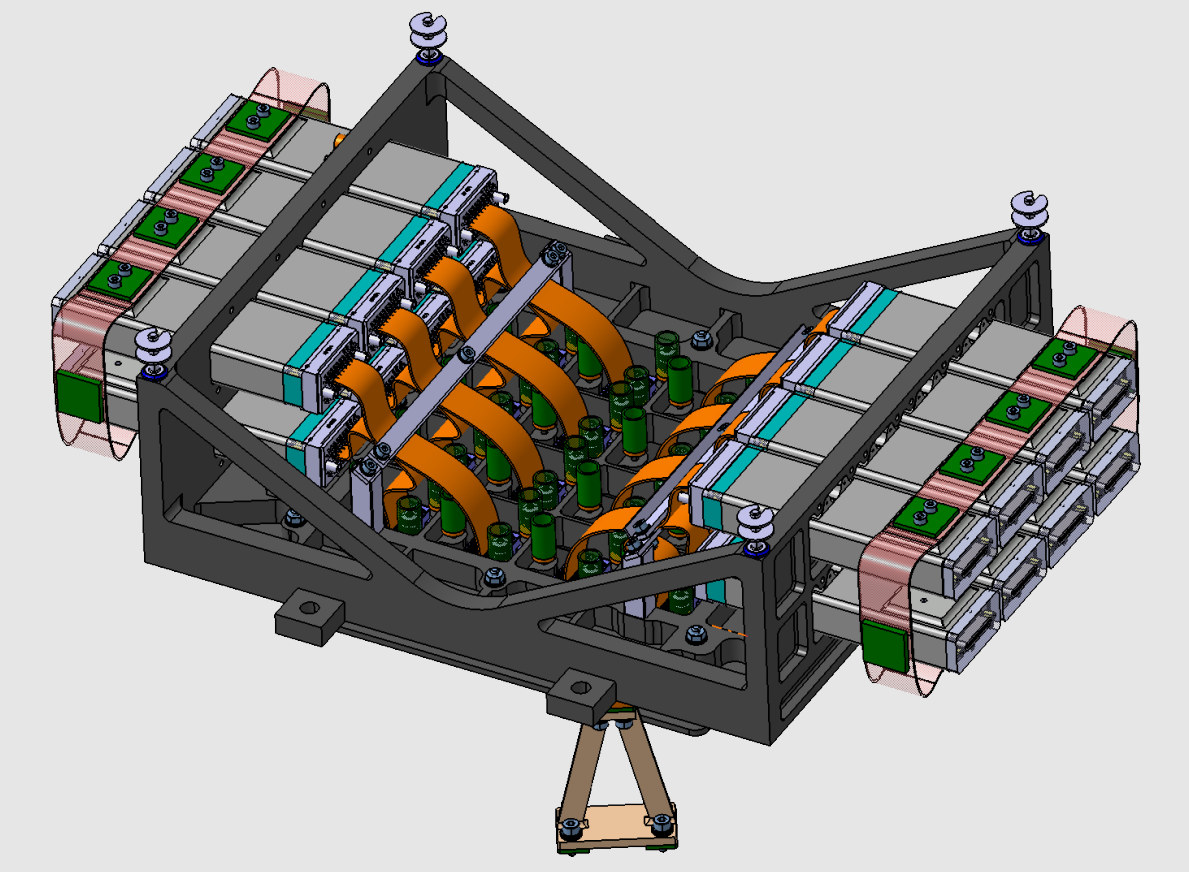
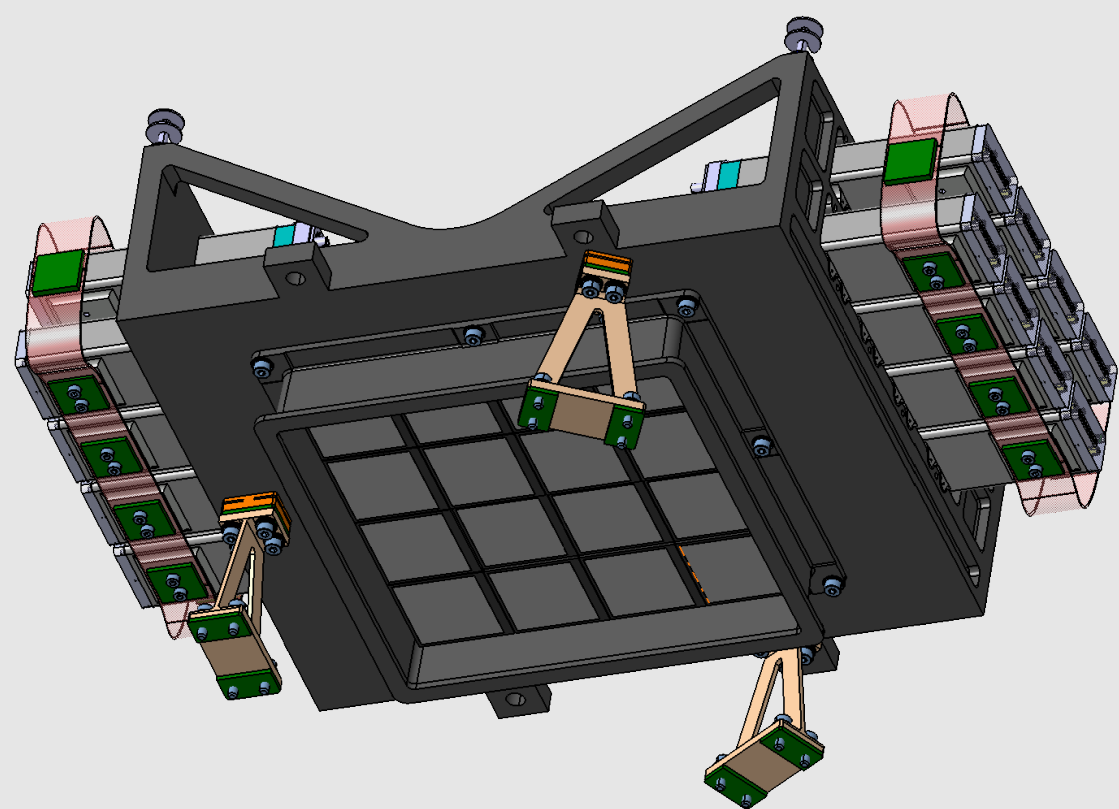
Arnaud Chapon / Julien Zoubian

Centre de Physique des Particules de Marseille

Instrument NISP : spectro-photomètre d'EUCLID

La lumière collectée par le télescope d'EUCLID est transmise au NISP à l'aide d'un filtre dichroïque. Le NISP peut fonctionner en mode spectromètre sans fente et en mode photomètre grâce à une roue à filtres/grisms. Le plan focal de l'instrument, NI-DS (NISP Detection System) est monté sur une structure en SiC (NI-SA). Il est composé de 16 détecteurs H2RG (de Teledyne industry) refroidis en-dessous de 100K et reliés par des Flex aux électroniques de lecture et de numérisation (Side-Car). Le champs de vu couvre environ $\sim 0.5 \text{ deg}^2$ avec des pixels de 0.3 arcsec sur le ciel.

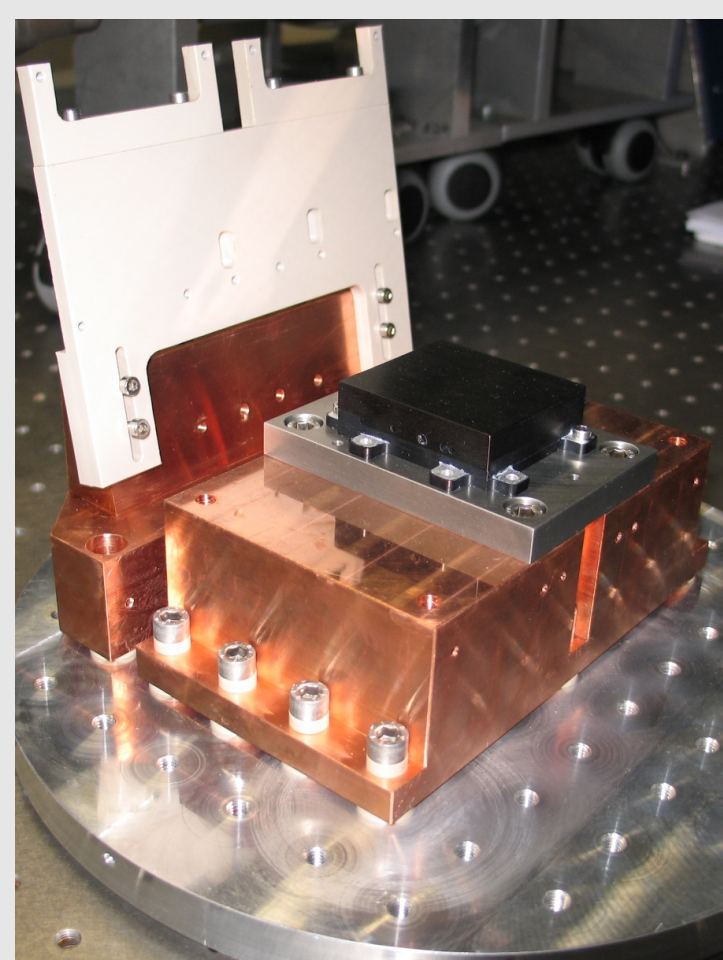
En mode photométrie, le NISP dispose de trois bandes (Y, J, H), afin de mesurer les redshifts photométriques. Elles permettent d'atteindre une profondeur en magnitude AB de 24 à $SNR = 5$.



La stratégie globale d'observation en mode spectroscopique a été conçue pour réduire les limitations spécifiques à la spectroscopie sans fente, à savoir le mélange de spectres et un fond de ciel élevé. Pour surmonter cette difficulté, la stratégie d'observation spectroscopique implique d'abord la division de la couverture en longueur d'onde totale en deux observations séparées. La réduction de la bande de chacun des grisms permet de réduire la taille des spectres et donc de réduire leur mélange. De plus, chaque bande est observée en deux expositions indépendantes avec des sens de dispersion perpendiculaires. Dans chacune des orientations, les spectres sont autant mélangés mais ces mélanges sont différents et permettent de décontaminer partiellement les spectres.

Instrument NISP : caractérisation du plan focal

Les détecteurs H2RG utilisés sur la plan focal du NISP présentent un haut niveau de performances (efficacité quantique $\epsilon > 75\%$ [0.9 : 2.3] μm , bruit total $n < 9e^{-rms}$ sur 565s d'exposition), avec la particularité d'une lecture non destructive du signal. Afin de mesurer précisément leurs performances, chaque SCS (H2RG+Sidecar) du NISP sera soumis à une batterie de tests visant à mesurer, pour chaque pixel, le courant d'obscurité, le bruit de lecture, la réponse non-linéaire, le gain de conversion, l'efficacité quantique...

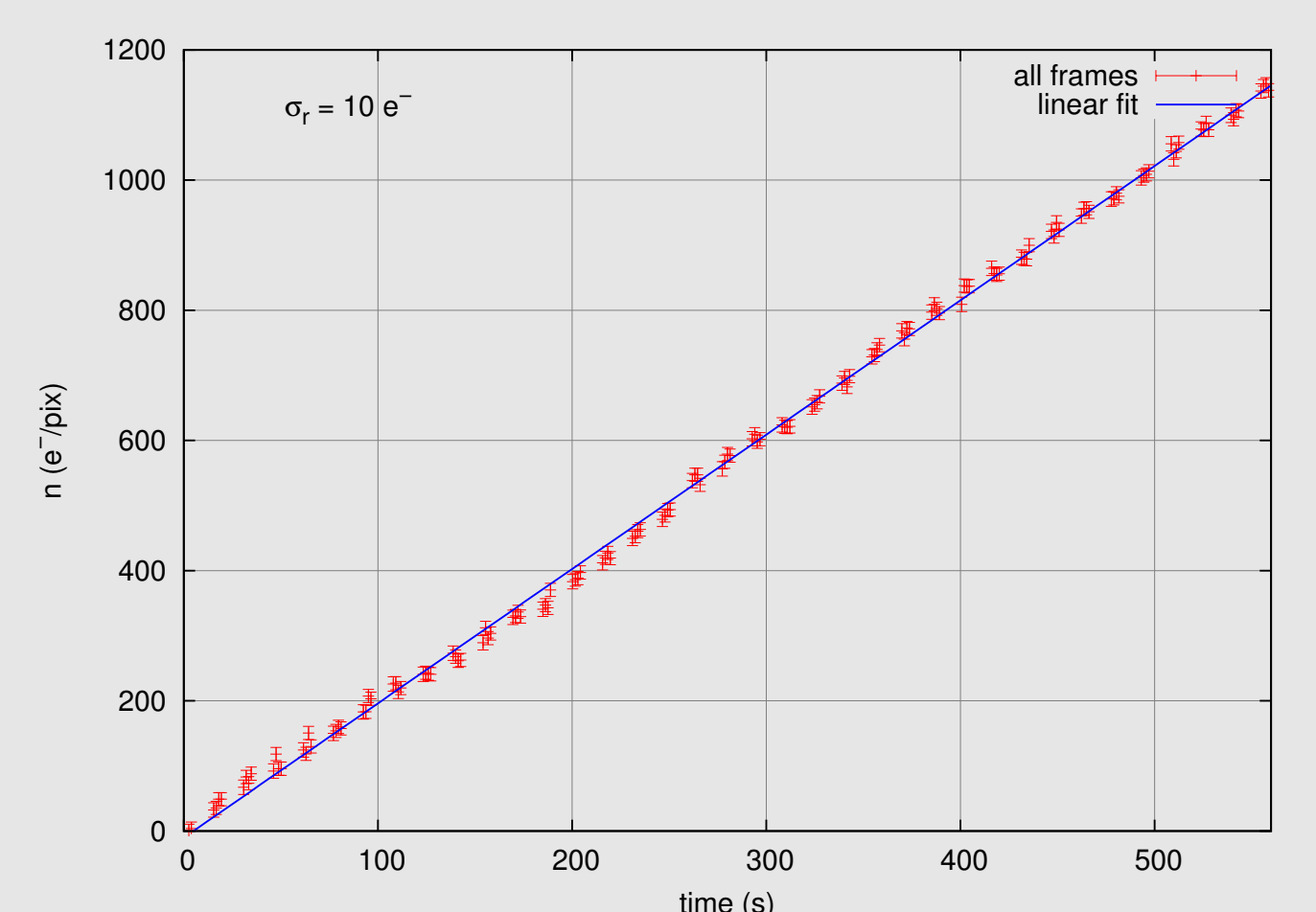
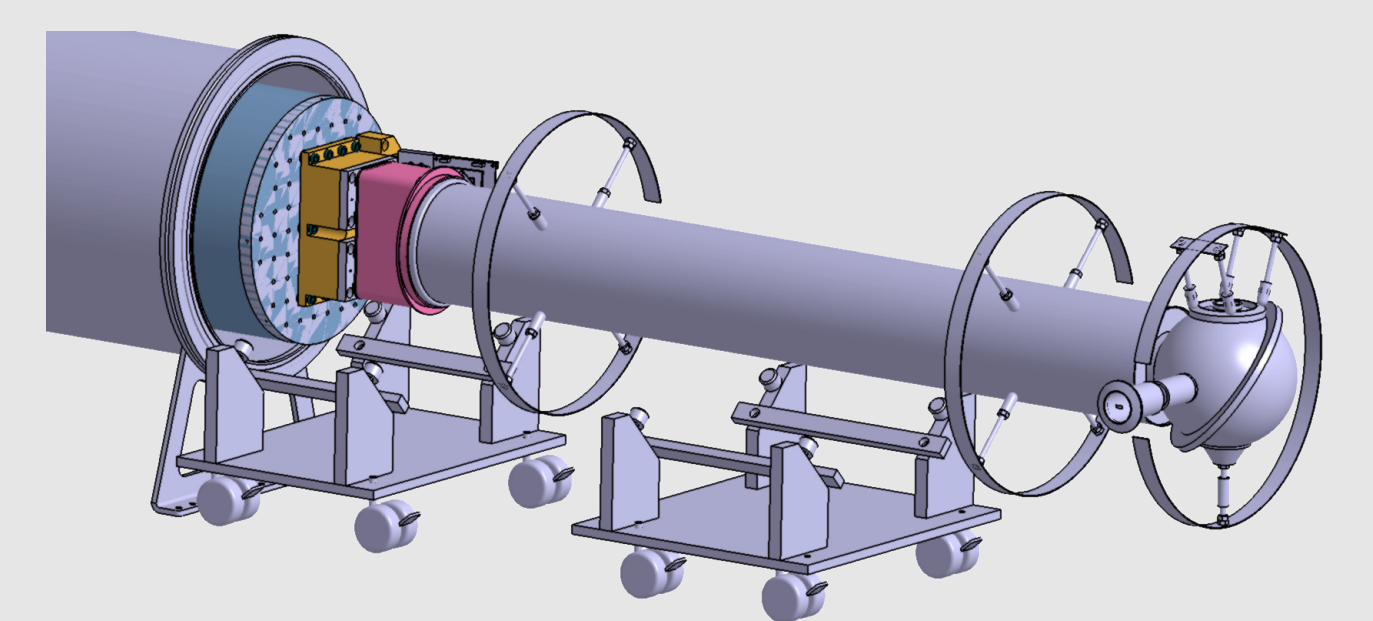


Deux bancs de test sont actuellement en développement au CPPM dans ce but.

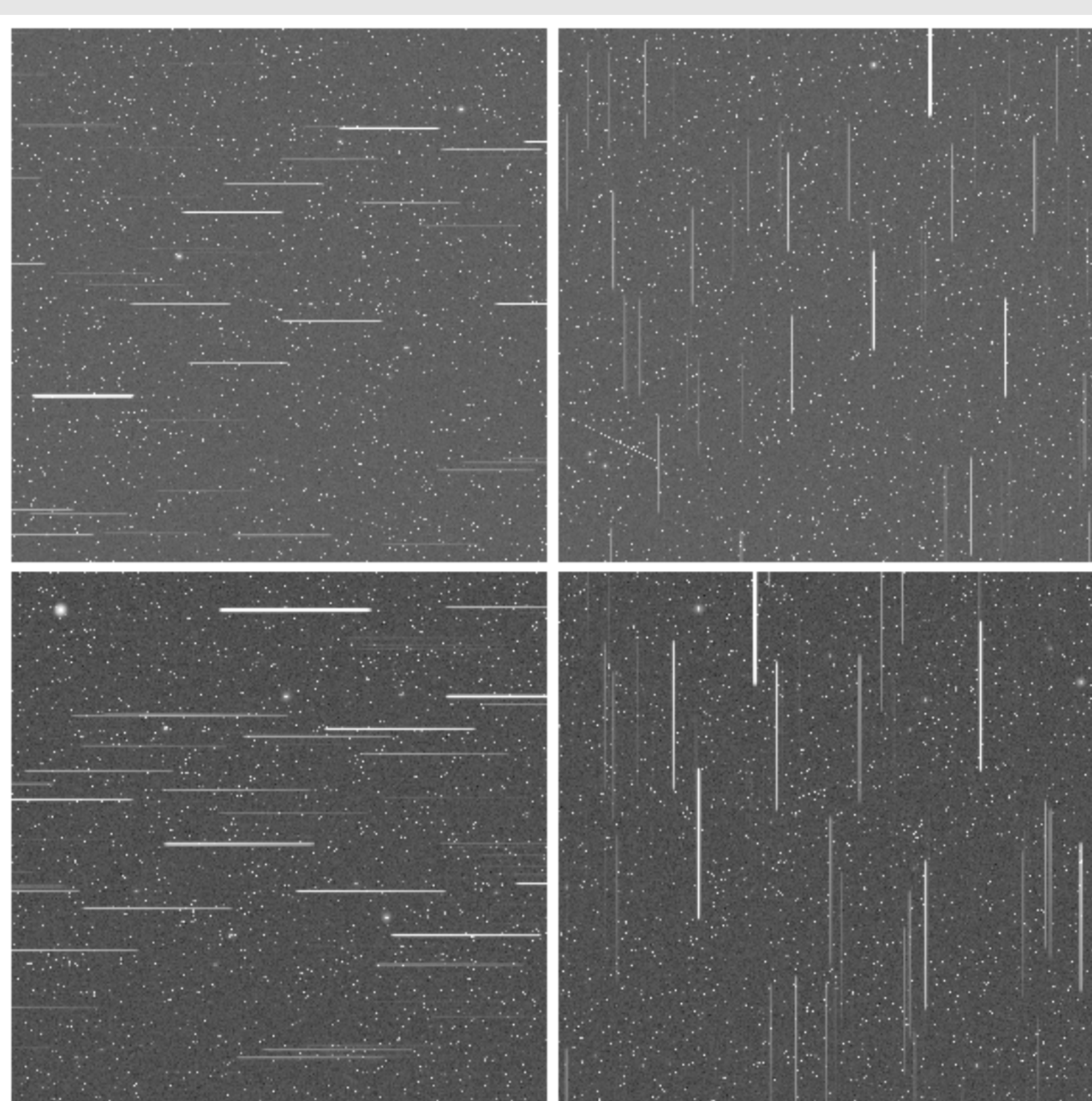
Par ailleurs, comme toute mission spatiale, EUCLID souffre des limitations liées à la télémétrie et au temps total de mission, il convient d'optimiser la qualité et la quantité des informations transmises par le NISP, et minimiser la durée des calibrations. Nous sommes fortement impliqués dans ces deux aspects.

Entre deux expositions successives, le télescope pivote afin de changer l'angle de visée. Cette rotation et la stabilisation de l'ensemble demande 5 minutes. Nous avons montré que nous pouvions tirer profit de ces opérations pour mesurer les dérives en courant de fuite et non-linéarité des pixels, et assurer ainsi un suivi de la réponse des pixels pendant toute la durée de la mission, sans perte de temps sciences.

Enfin, sur la base de simulations GEANT4, nous avons montré que toute correction en vol des interactions de rayonnements cosmiques était inutile (voir ci-dessous) et qu'une note de qualité du fit de signal (test de χ^2) pouvait être implémenté en vol pour détecter tant les cosmiques que tout autre type d'anomalie survenue pendant une observation.



Instrument NISP : simulations



Nous avons développé un outil de simulation d'images spectroscopiques sans fente adapté aux besoins des études de performances de la mission EUCLID, à partir du logiciel AXESIM, développé pour le télescope spatial Hubble. Ce logiciel, baptisé TIPS (<http://marwww.in2p3.fr/renoir/TIPS-Euclid.php3>), est modulaire et permet en outre d'implémenter de nouvelles fonctionnalités telles que des PSF double gaussiennes, des détecteurs avec des pixels différents, des rayons cosmiques et plus récemment des effets de saturation et de rémanence.

TIPS a notamment été utilisé pour étudier l'impact de rayons cosmiques sur les performances du NISP en mode spectroscopie. Cette étude a montré que la gamme de signal des sources est très différente de la gamme du nombre d'électrons déposés par un rayon cosmique. En particulier nous avons montré que nous pouvions masquer plus de 99.9% des cosmiques en utilisant seulement la valeur du signal dans le pixel sans aucune information supplémentaire ou correction en vol.

Et plus des études sur les performances instruments, nous étudions les applications de la simulation pour l'analyse des données. Nous développons des outils afin d'utiliser la simulation pour reconstruire le modèle d'instrument et/ou de sources, dans le but de fournir une méthode d'analyse globale et très robuste.

Chuck Norris fact

L'Univers a rencontré pour la première fois Chuck Norris, il y a 5 milliards d'années. Depuis, il cherche à se mettre à sa hauteur ; c'est la cause de l'accélération de son expansion.

[Voir le poster précédent.](#)

