

Voyage 2050 - ESA

L'ESA lance un appel pour le programme scientifique qui couvrira la période 2035-2050, donc juste après les lancements d'Athena (2031) et LISA (2034).

Les détails de l'appel et le format de la réponse sont décrits ici :

https://www.cosmos.esa.int/documents/1866264/1866292/Call_for_Voyage_2050_White_Papers.pdf/e21dfb18-c452-8691-b6dd-ee4ae0c2d13b

Les éléments de base sont : retour pour le 5 aout, 20 pages, sujet scientifique et profil de mission envisagée.

Ca peut sembler prématuré, avant même le démarrage d'Euclid et LSST, de savoir ce qu'il faudra faire en 2035. Ca pourrait dépendre des résultats de ces expériences ... Cependant il est indispensable de se mettre dans la pile, et donc de tenter l'exercice. L'objectif premier est de mettre l'énergie noire dans les thèmes scientifiques.

Une session de "brainstorming" a été organisée à l'IAP le 17 mai avec une quinzaine de participants d'horizons divers. Brièvement, nous avons identifié les points ci-dessous.

Un certain nombre de problématiques seront toujours présentes, dont :

- comprendre la phase d'inflation (c'est-à-dire la physique à très hautes énergies, énergies totalement inaccessibles aux accélérateurs)
- tester la gravitation à grande échelle, cette étude concernant à la fois la matière et l'énergie noires.

De plus, la masse totale m_{tot} des neutrinos pourrait ne pas être mesurée (au sens d'une détection à 5 sigmas) par la prochaine génération de grands relevés. On devrait cependant être aidé par la hiérarchie de masse qui sera en principe connue avec certitude d'ici 2025. Si m_{tot} est très proche de sa valeur minimale (0.06 meV), Euclid n'aura pas 5 sigma mais juste 2-3.

En ce qui concerne l'inflation, les grands relevés donnent de l'information par la mesure de non-gaussianité f_{NL} . Ils sont plus performants potentiellement que le CMB (difficile de faire beaucoup mieux que Planck $f_{\text{NL_local}} = -0.9 \pm 5.1$) car c'est le nombre de modes qui comptent : la coquille du CMB a une variance cosmique plus forte que celle d'un relevé profond qui offre un très grand volume. Il faudrait atteindre une sensibilité suffisante pour mesurer $f_{\text{NL}} = 1$ à 5 sigmas pour être vraiment discriminant sur les modèles encore en lice. Cette mesure est très complémentaire de la mesure du paramètre rapport tenseur sur scalaire r contrainte par le CMB qui devrait atteindre une sensibilité suffisante pour détecter $r \sim 1e-3$ vers 2030' avec le satellite LiteBird et la génération S4 d'instruments au sol. En revanche aucun intérêt pour l'énergie noire n'a été identifié pour les distorsions spectrales du CMB.

Il serait très intéressant d'explorer la complémentarité avec les ondes gravitationnelles (GW). La connexion avec les GW doit permettre de mieux identifier et caractériser les sources. Il sera également possible de corrélérer la distribution des grandes structures et celle des sources de GW, nouvelle façon d'échantillonner la toile cosmique. Cette étude est infaisable avec l'astronomie gravitationnelle débutante d'aujourd'hui mais devrait être parfaitement pertinente à l'horizon 2035 avec l'Einstein telescope et LISA en opération et toute l'expertise acquise sur LIGO/Virgo. LISA devrait sonder pratiquement tout l'univers observable en ce qui concerne la fusion des trous noirs super-massifs.

Pour ces sujets, le CMB et la cartographie de l'univers restent deux voies privilégiées. Pour la cartographie de l'univers à grande échelle, les longueurs d'ondes radio et optique/IR sont deux voies privilégiées. Ainsi, depuis l'espace, on en revient à un relevé optique/IR : la suite naturelle d'Euclid. On peut imaginer un relevé très profond pour aller jusqu'à $z \sim 5$ et ainsi sonder un volume bien plus conséquent que ce qui sera fait au cours de la prochaine décennie. Il est nécessaire d'avoir un relevé spectroscopique et non pas seulement photométrique afin d'accéder au redshift précis de toutes les galaxies.

[Quelques repères de volume : $z=1 \Rightarrow 80 \text{ Gpc}^3$, $z=2 \Rightarrow 300 \text{ Gpc}^3$, $z=5 \Rightarrow 1200 \text{ Gpc}^3$, max = 16 000 Gpc^3]

Ce relevé pourra être réalisé par une expérience de spectro-imagerie avec une résolution spectrale minimale de $R=1000$, une couverture en redshift de $z=0.5$ à $z=5$, et un domaine spectral allant du NIR au FIR ou au submillimétrique. Étant donné qu'on veut voir tout le ciel extragalactique dans ce domaine spectral fortement affecté par l'atmosphère, une mission spatiale s'impose. Cette mission est la génération post-Euclid, avec une stratégie similaire.

Un élément de l'argumentaire est la tension actuelle du H_0 (et l'inconfort autour de σ_8).

A faire :

- une simulation de 15 000 deg^2 , $R=1000$, IR très large (Yann ?)
- vérifier si Euclid+LSST(+WFIRST), hiérarchie de masse connue, ne permettraient pas la mesure de la masse totale des neutrinos.
- il serait pertinent d'avoir le soutien de la physique fondamentale (Philippe via les théoriciens ? Luc via le CNES ?)
- il serait utile d'avoir le soutien de collègues européens (Alain via Euclid ?)
- identifier des intérêts d'autres communautés astro pour ces données (surtout si ce doit être une mission de type L, ce qui est probable ...)
- écrire un draft pour le 12 juillet. Un-e coordinateur-trice est à identifier - n'hésitez pas à vous proposer, il faut avoir

Contexte programmatique de l'ESA - périmètre du GTAA

Implémentation JWST (2021)

Cosmic Vision 2021-2025 :

- M2 : **Euclid** (2022)
- M3 : **Plato** (2026)
 - F1 : **All-sky Astrogam, SIRIUS** (2028)
- L2 : **Athena** (2031)
 - M5 : **SPICA, Theseus** (2032)
- L3 : **LISA** (2034)

Missions d'opportunité :

- **JAXA, NASA : XRISM** (sél. 2017 lanc. ~ 2021)
- **Chine : Einstein Probe** (sél. 2016, lanc. 2022 ?), **EXTP** TBC (lanc. ~ 2025)
- **NASA : WFIRST** (sél. ~2014 lanc. ~ 2025)
 - **JAXA : LiteBird** (sél. 2020 ? lanc. 2028)

converger pour le 13 juin!, avec une écriture partagée. A faire en anglais bien-sur.

Ce White paper sera aussi discuté lors de la session outils Sondes du 12 juin prochain (<https://indico.in2p3.fr/event/19288/>, inscrivez-vous !)

En complément, quelques informations sur le contexte spatial international