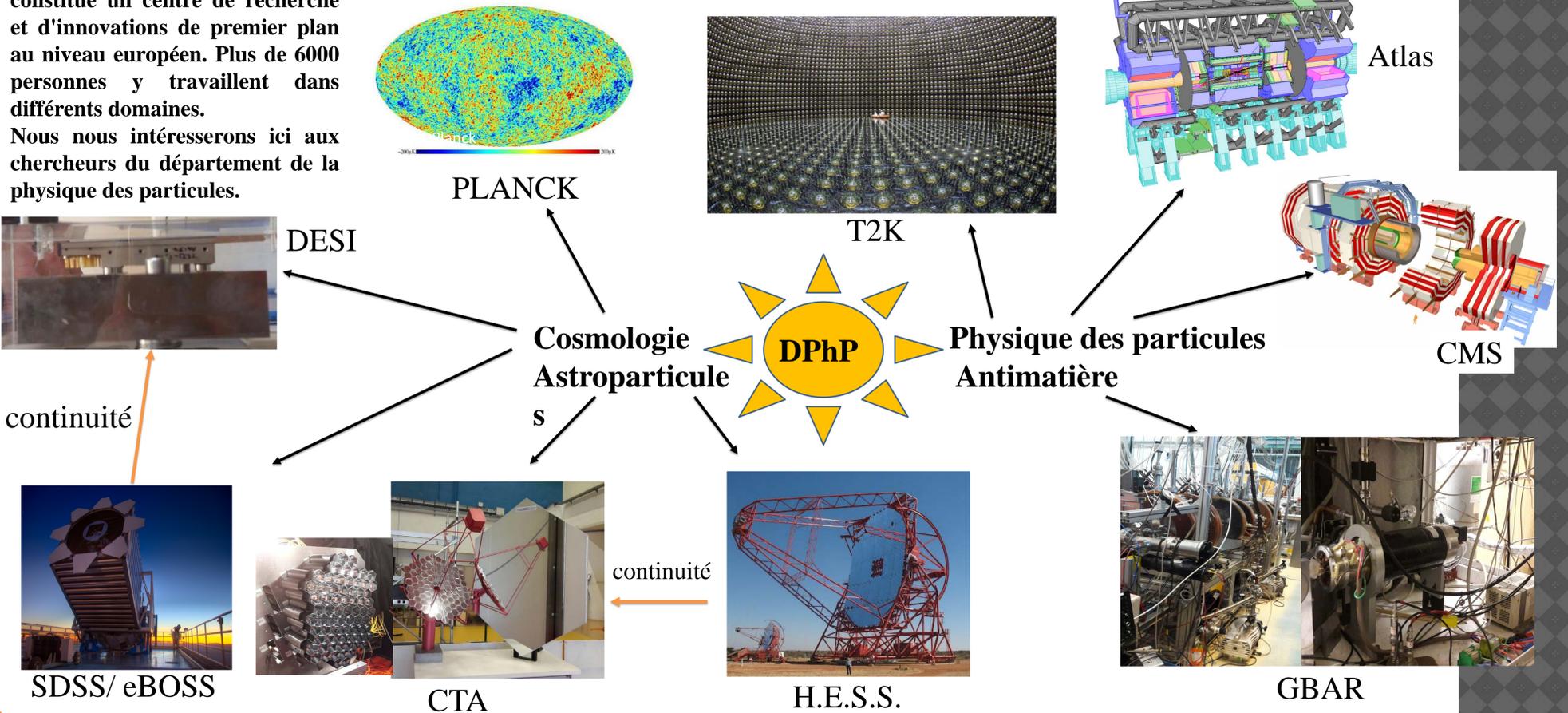


# De la douche des neutrinos au plongeon dans l'univers

Le centre CEA de Saclay constitue un centre de recherche et d'innovations de premier plan au niveau européen. Plus de 6000 personnes y travaillent dans différents domaines. Nous nous intéresserons ici aux chercheurs du département de la physique des particules.

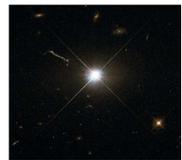
## Présentation CEA



## Le relevé SDSS-eBOSS

Le télescope SDSS est situé aux Etats-Unis et observe des **quasars\*** (des objets très massifs et lumineux au centre de certaines galaxies), des galaxies et des étoiles chaque soir. Un des objectifs est de **retracer l'histoire de l'expansion de l'univers et de comprendre sa phase d'accélération.**

source ponctuelle (étoiles, quasars)



source étendue (galaxies)



### Target selection

Les chercheurs ne peuvent observer qu'un nombre limité d'objets chaque nuit. Durant notre stage nous avons étudié comment différencier les QSO, les étoiles et les galaxies. On appelle cette étape la « target selection » qui se fait à partir de deux critères :

- la **morphologie\*** : source étendue ou ponctuelle
- les **propriétés photométriques\*** : la caméra SDSS mesure la quantité de lumière en fonction de 5 bandes en longueur d'onde, les bandes photométriques. Cette quantité est différente selon la nature de l'objet.

Cette étape permet de sélectionner les candidats dont on veut obtenir le spectre avec le **spectrographe eBOSS.**

Photométrie SDSS (5 bandes u,g,r,i,z)

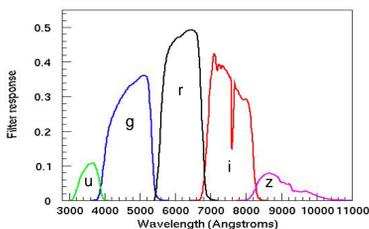
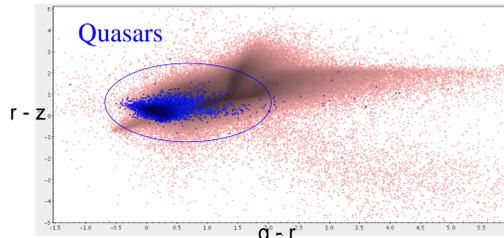


Diagramme couleur-couleur

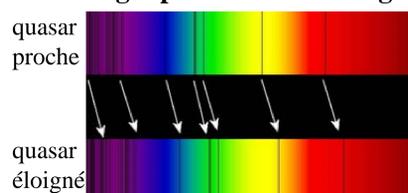


Des plaques en aluminium, reliées au spectrographe eBOSS par des fibres optiques, sont alors percées afin de correspondre parfaitement aux coordonnées des candidats présélectionnés.

## Spectrographe eBOSS

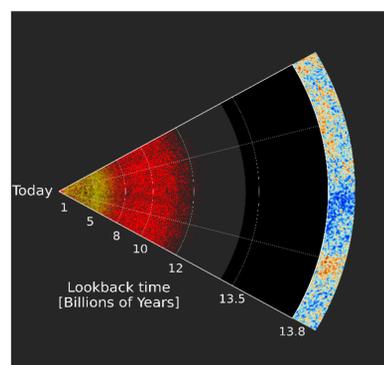
Comme la taille de l'univers grandit, les quasars semblent s'éloigner de nous. Les raies observées sur son spectre sont décalées vers le rouge, comme le son d'un objet qui s'éloigne est plus grave. En mesurant le décalage des raies, on peut mesurer la distance entre le quasar et nous.

Décalage spectral vers le rouge



## Cosmologie

La **cosmologie** est la branche de l'astrophysique qui étudie l'origine et l'évolution de l'univers. Celui-ci présente une hiérarchie de **structures\*** liées gravitationnellement que les scientifiques tentent d'expliquer.



Distribution des galaxies proches (jaune) et des quasars (rouge) observés par le SDSS entre 2000 et aujourd'hui.

Les chercheurs que nous avons rencontrés utilisent des catalogues qui contiennent la position de milliers de quasars et plus d'un million de galaxies dans le ciel. A partir de ces catalogues, ils calculent le nombre de fois où deux galaxies ou quasars sont séparés par une distance donnée.

**En juin 2017, les astronomes du SDSS ont ainsi révélé la première carte de la distribution spatiale des structures de l'univers d'aujourd'hui à plus de 10 milliards d'années.**

## L'étude des grandes structures de l'univers

Conditions initiales avec le satellite Planck

Le satellite Planck a permis d'obtenir l'image la plus vieille de l'univers, tel qu'il était 380 000 ans après le **Big Bang\***. A cette époque, l'univers est globalement très homogène, mais quelques régions sont un peu plus denses, i.e. on y trouve plus de matière.

Ces régions vont grandir sous l'effet de la **gravité\*** et vont former les structures que nous observons actuellement. Les astrophysiciens étudient la répartition de ces structures dans le ciel.

Formation des structures et rôle des neutrinos

Les **neutrinos\*** sont des particules neutres très légères qui peuvent parcourir de grandes distances sans interagir avec la matière. Plus le neutrino est léger, plus il va retarder la formation des structures.

