

## Master OAM – Proposition de projet

à l'Institut de Physique de Nice  
CNRS & Université Côte d'Azur

---

### Pourquoi l'univers est-il si homogène ? Une introduction douce à l'inflation

#### Etude théorique

---

**Contexte général.**— La cosmologie cherche à expliquer l'origine et l'évolution de notre univers. La théorie la plus largement acceptée sur l'évolution de l'univers est la théorie du Big Bang, selon laquelle l'univers est né d'une singularité dans l'espace-temps et a ensuite subi une expansion, suivant les lois de la relativité générale, jusqu'à l'univers que nous observons aujourd'hui. La présence d'une singularité à l'origine de l'univers signifie qu'il est impossible pour les théories actuelles de décrire les premiers instants de l'univers ; en fait, en utilisant les connaissances expérimentales de la physique fondamentale, nous pouvons reconstruire l'histoire de l'univers jusqu'à  $10^{-10}$  secondes après sa naissance. Si nous connaissons les lois qui ont régi l'expansion de l'univers, certains aspects restent obscurs. L'un de ces (nombreux) mystères est celui des conditions initiales d'une telle dynamique d'expansion. Dans la figure ci-contre, nous avons la plus ancienne image de l'univers, juste 380 000 ans après sa naissance, obtenue pour la première fois en 1964 au Laboratoire de Crawford Hill de Bell Labs par Arno A Penzias et Robert W Wilson. Dans cette image, ce qui est le plus frappant est l'extrême homogénéité de l'univers qui semble impliquer un réglage fin des conditions initiales. Aujourd'hui, la théorie qui explique le mieux cette extrême homogénéité (et aussi les fluctuations de ce fond homogène) est la théorie de l'inflation [1,2]. La théorie de l'inflation est une spéculation sur la possible dynamique de l'univers entre  $10^{-34}$  et  $10^{-10}$  secondes après sa naissance. Selon cette théorie, l'univers a subi une expansion exponentielle au cours de ces premiers instants de sa vie, et l'un des résultats de cette expansion est son homogénéité. La théorie fait de nombreuses autres prédictions, et une activité expérimentale importante est consacrée à la validation (ou non) de ces prédictions.

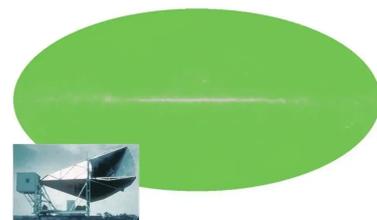


Figure 1: Image du rayonnement de fond cosmologique. (NASA / ÉQUIPE SCIENTIFIQUE DU WMAP)

**Objectifs.**— Durant ce projet, je propose à l'étudiant un premier contact avec la cosmologie classique et avec la théorie de l'inflation. Afin de comprendre d'où viennent les équations de la dynamique de l'univers, l'étudiant recevra un premier aperçu de la théorie générale de la relativité et de la géométrie différentielle.

Dans un premier temps, l'étudiant étudiera le modèle de Friedmann-Robertson-Walker, avec la dérivation des équations de Friedmann aussi dans un cadre de mécanique Newtonienne. Il sera exposé à les problématiques des conditions initiales, de l'horizon, et de la platitude de l'univers. On lui montrera par la suite comment la présence du champ de l'inflaton dans les premiers instants de l'univers peut résoudre ces problèmes.

**Contact.**— Mario Gattobigio : [mario.gattobigio@inphyni.cnrs.fr](mailto:mario.gattobigio@inphyni.cnrs.fr), +33 (0) 4 92 96 73 31

[1] A. H. Guth, Phys. Rev. **D23**, 347 (1981).

[2] A. D. Linde, Phys. Lett. **B108**, 389 (1982).