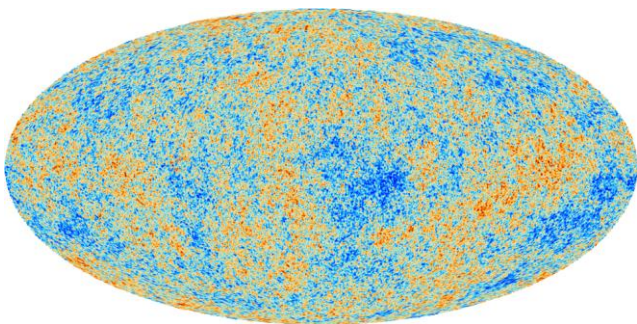
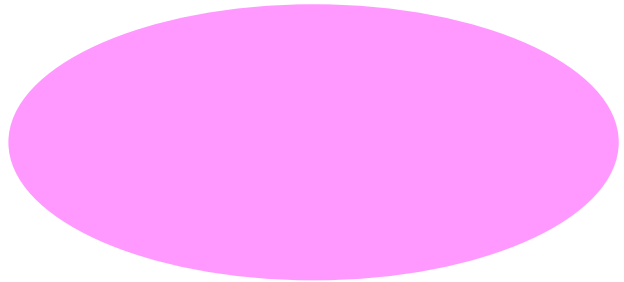


Le Fond Diffus Cosmologique

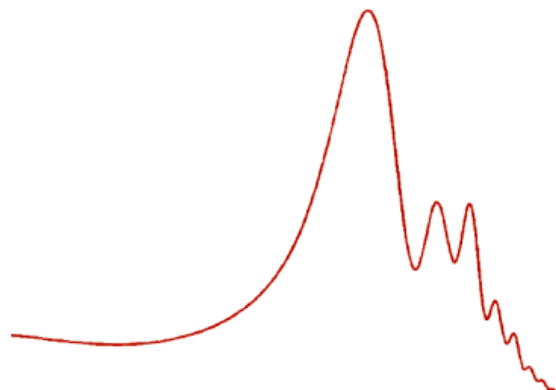
380000 ans - donc très peu de temps - après le Big Bang, les électrons de la soupe primordiale se sont accouplés avec les protons (recombinaison) – laissant le champ libre aux photons qui ont alors rempli tout l'univers en expansion.

La lumière de cette émission soudaine nous parvient – 14 milliards d'années plus tard – sous forme d'un rayonnement microonde homogène baignant tout l'univers et correspondant à une température de 2,7°K. La découverte en 1965, de ce Fond Diffus cosmologique (FDC) homogène, attendu par les théoriciens du Big Bang, est une des preuves expérimentales les plus fortes que l'Univers a bien commencé par un état très dense, chaud et énergétique.



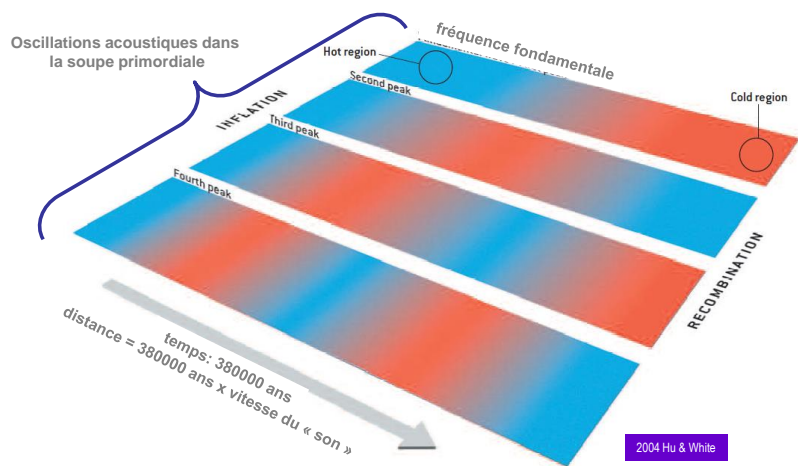
Des mesures effectuées ultérieurement à très haute sensibilité ont mis en évidence d'infimes fluctuations (de l'ordre du cent millième de degré) du FDC autour de sa température moyenne de 2,7255°K. Ces infimes fluctuations de température constituent la très médiatique carte des fluctuations du FDC, où elles se regroupent en zones homogènes de tailles plus ou moins grandes.

Les scientifiques ont réduit cette carte complexe en une courbe d'allure plus simple – succession de pics plus ou moins intenses et régulièrement espacés – dont l'axe vertical représente le nombre de zones d'une taille donnée, l'axe horizontal représentant la taille des zones. Ainsi du premier pic apprenons-nous que les zones de taille angulaire de 1° environ sont les plus fréquentes dans la carte des fluctuations du FDC.

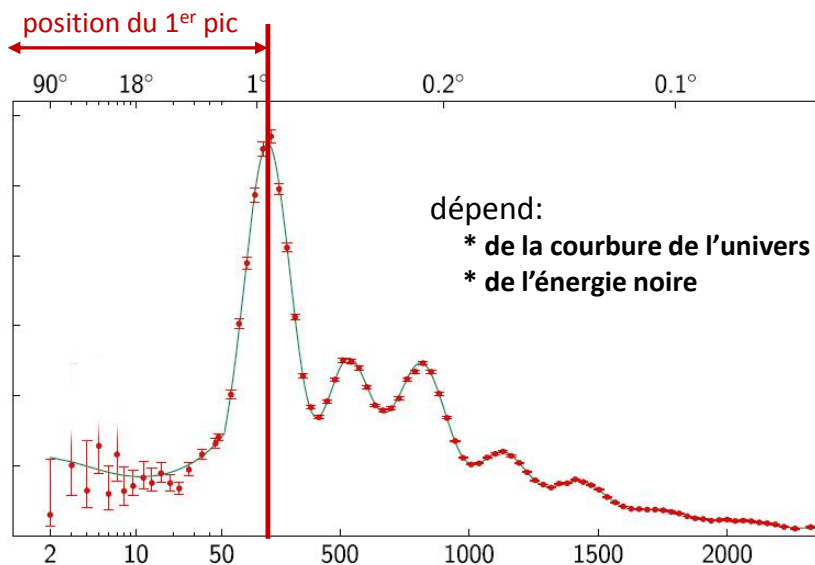


Parallèlement à ces constatations expérimentales, des équipes de théoriciens cherchaient à expliquer l'évolution des « grumeaux » (des surdensités) existant dans la soupe primordiale jusqu'à la formation des grandes structures de l'univers que nous connaissons aujourd'hui : étoiles, galaxies, etc...

Ils ont postulé l'existence – à l'intérieur de ces 'grumeaux' – d'oscillations engendrées avant la recombinaison par la « lutte » entre la gravité qui s'exerçait sur la matière et la pression de radiation des photons cherchant à « s'échapper ». Ces oscillations - analogues à des vibrations acoustiques – s'accompagnent de phénomènes thermiques : léger échauffement des zones de compression maximale, et léger refroidissement des zones de raréfaction maximale.



L'idée des théoriciens – dont on ne peut qu'admirer l'audace – a été de faire le **lien entre les infimes fluctuations thermiques mesurées dans le FDC, et celles induites par la compression/raréfaction des oscillations figées à la recombinaison dans les 'grumeaux' en évolution.**



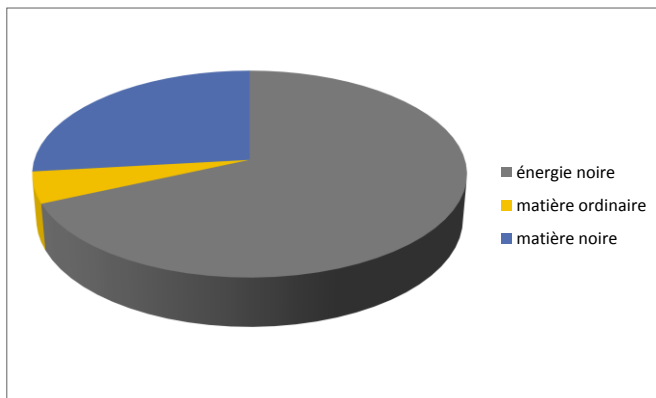
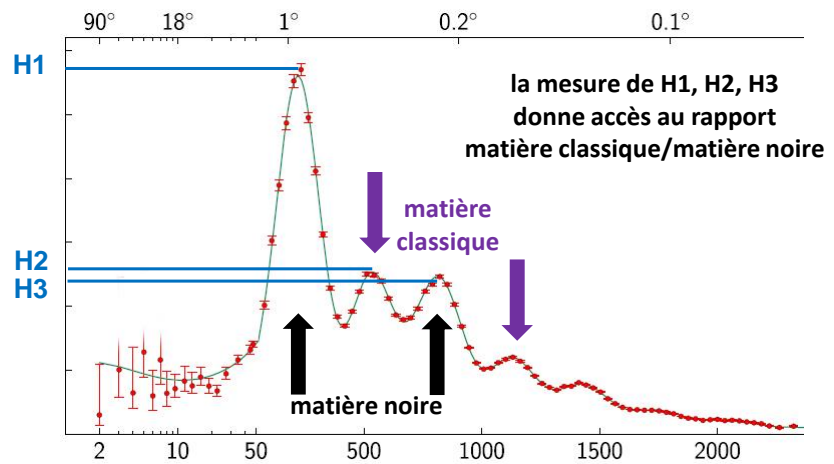
La position du premier pic de la courbe du FDC (environ 1°) correspond à la distance angulaire sous laquelle on voit aujourd'hui la longueur d'onde fondamentale des oscillations – distance parcourue par le « son » dans les surdensités en 380000 ans !!

Cette position dépend aussi de la **courbure** de l'univers et de sa vitesse d'expansion (donc de **l'énergie noire**).

Les oscillations ayant généré des harmoniques (longueurs d'onde 2,3,4... fois supérieures à la longueur d'onde fondamentale) dans les surdensités – les 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} pics du FDC devraient leur correspondre.

Plus la densité locale de **matière classique** est forte, plus la « compression » est intense ; d'où l'augmentation relative d'intensité des pics impairs et la diminution relative d'intensité des pics pairs.

Une densité locale élevée en **matière noire** se manifeste par une augmentation de l'intensité des pics impairs.



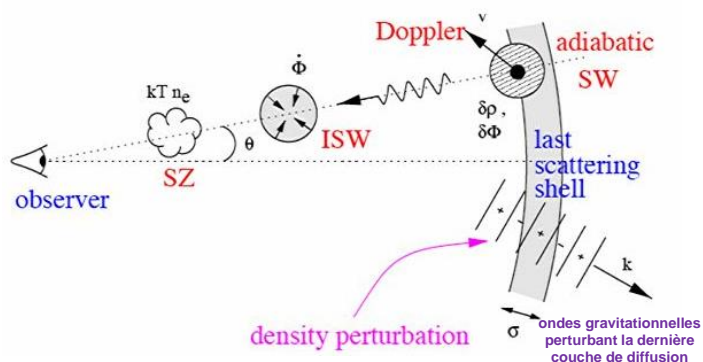
De la mesure des intensités des trois premiers pics on tire donc finalement des informations sur :

- la courbure de l'univers
- la quantité d'énergie noire
- la quantité de matière classique
- la quantité de matière noire

D'autres enseignements sont également tirés des parties antérieure et arrière de la courbe du FDC .

La mesure des fluctuations infimes du FDC représente une prouesse technique considérable. Les bolomètres chargés - au plan focal du télescope - de convertir le rayonnement reçu en élévation de température, doivent être eux-mêmes refroidis autour de 0,001°K !!

Les mesures doivent ensuite être débarrassées de toutes les « scories » qui s'intercalent entre l'œil de l'observateur (le télescope) et le photon reçu.

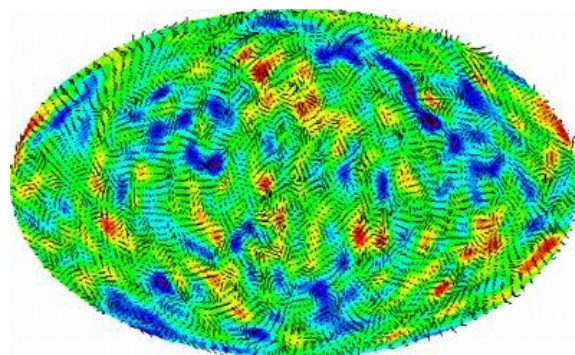


Une vingtaine de phénomènes interfère sur le libre cours des photons du FDC jusqu'à nous : déplacement propre de notre galaxie, poussières interstellaires, électrons libres des amas galactiques, lentilles gravitationnelles...

Encore une fois on ne peut être que stupéfait par la cohérence et la précision des résultats obtenus après soustraction – de cette vingtaine de corrections complexes !!

Les bolomètres du satellite Planck ne se sont pas contentés de mesurer les infimes fluctuations de température du FDC, mais aussi les caractéristiques de polarisation des photons du FDC.

La polarisation reflète l'orientation directionnelle des composantes électrique et magnétique de la lumière. Pour l'étude du FDC, elle est résumée en deux grandeurs E et B, qui sont mesurées – en parallèle à la température T, en chaque point de la voûte céleste.



Des trois grandeurs T, E et B mesurées en chaque point, on pourra établir les cartes relatives à chaque grandeur, mais aussi 3 autres cartes « croisées » comme par exemple la carte TxB des zones où « la température ET le mode B de polarisation sont élevés », etc...

Les cartes de polarisation relevées par Planck - dont les résultats devraient être publiés en 2014 – devraient déjà permettre de préciser les scénarios d'inflation, et d'allumage des premières étoiles (réionisation).

Il est intéressant de noter, qu'après avoir exploité les informations du FDC vu comme une photographie de l'univers vieille de 14 milliards d'années, les scientifiques cherchent désormais – en traquant les phénomènes ayant interféré avec le parcours des photons jusqu'à nous - à obtenir des photographies de phases plus récentes de l'univers en évolution, ainsi que des informations sur les grandes structures (amas, superamas) observées aujourd'hui.