

DÉTECTION DE MATIÈRE NOIRE PAR LE BIAIS DU RAYONNEMENT SYNCHROTRON

Satya Gontcho A Gontcho

Étudiante au Magistère de Physique d'Orsay
Université Paris-Sud XI

Superviseur : Yann Mambrini
Laboratoire de Physique Théorique

Épreuve : Soutenance de stage de L3

5 octobre 2011

Plan

Introduction

Contexte scientifique

Mise en évidence de l'existence de la matière noire

Rayonnement synchrotron et Centre Galactique

Centre Galactique

Rayonnement synchrotron

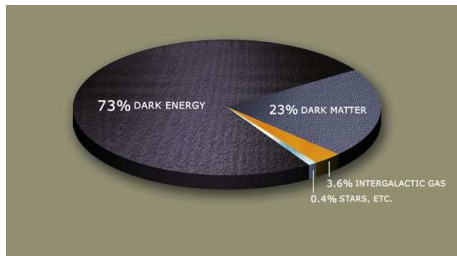
CG + Synchrotron

Résultats

Perspectives

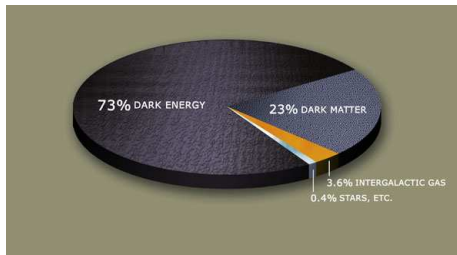
Contexte scientifique

Univers est en expansion accélérée.

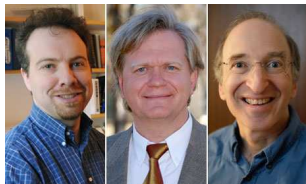


Contexte scientifique

Univers est en expansion accélérée.



Prix Nobel de Physique 2011



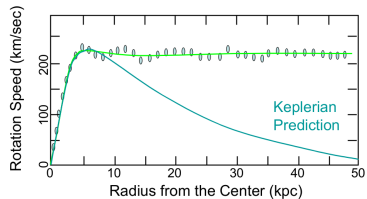
Adam Riess (MIT)
Brian P. Schmidt (RSAA)
Saul Perlmutter (LBNL)

Mise en évidence de l'existence de la matière noire

- ▶ Échelle cosmologique : fluctuations du CMB
- ▶ Échelle des amas de galaxies : Amas du boulet
- ▶ Échelle des galaxies

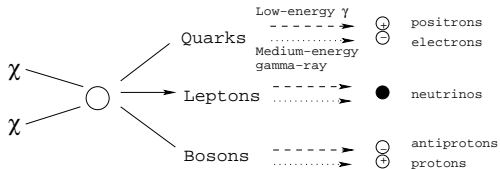


Observed vs. Predicted Keplerian
(from the visible mass only)



$$\text{Kepler : } \frac{GmM_{gal}}{r} = mv^2 \rightarrow v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$
$$\text{Observé : } \rho_{DM} \propto \frac{1}{r^2} \rightarrow M_{gal} = V \cdot \rho \propto r$$
$$\rightarrow v \sim \text{constante}$$

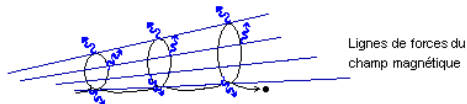
Centre galactique



Rayonnement synchrotron

- ▶ Rayonnement synchrotron
 \equiv Rayonnement cyclotron
 dans le cas relativiste
- ▶ Formule de Larmor :

$$P_{Larmor}^{[SI]} = \frac{e^4 B^2 v_{\perp}^2}{6\pi\epsilon_0 m^2 c^3}$$



Lignes de forces du champ magnétique

- ▶ Équation de diffusion :

$$\frac{\partial}{\partial t} \frac{dn_e}{dE_e} =$$

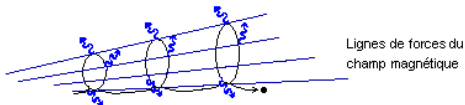
variation temporelle du spectre

$$\underbrace{\vec{\nabla} \cdot \left[\kappa(E_e, \vec{r}) \cdot \vec{\nabla} \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{diffusion}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial E_e} \left[b(E_e, \vec{r}) \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{perte d'énergie}} + \underbrace{Q(E_e, \vec{r})}_{\text{source}}$$

Rayonnement synchrotron

- ▶ Rayonnement synchrotron
 \equiv Rayonnement cyclotron
 dans le cas relativiste
- ▶ Formule de Larmor :

$$P_{Larmor}^{[SI]} = \frac{e^4 B^2 v_{\perp}^2}{6\pi\epsilon_0 m^2 c^3}$$



Lignes de forces du
 champ magnétique

- ▶ Équation de diffusion :

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t} \frac{dn_e}{dE_e}}_{\text{variation temporelle du spectre}} =$$

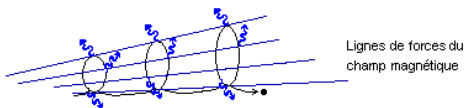
variation temporelle du spectre

$$\underbrace{\vec{\nabla} \cdot \left[\kappa(E_e, \vec{r}) \cdot \vec{\nabla} \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{diffusion}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial E_e} \left[b(E_e, \vec{r}) \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{perte d'énergie}} + \underbrace{Q(E_e, \vec{r})}_{\text{source}}$$

Rayonnement synchrotron

- ▶ Rayonnement synchrotron
 \equiv Rayonnement cyclotron
 dans le cas relativiste
- ▶ Formule de Larmor :

$$P_{Larmor}^{[SI]} = \frac{e^4 B^2 v_{\perp}^2}{6\pi\epsilon_0 m^2 c^3}$$



Lignes de forces du
 champ magnétique

- ▶ Équation de diffusion :

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t} \frac{dn_e}{dE_e}}_{\text{variation temporelle du spectre}} = \underbrace{\vec{\nabla} \cdot \left[\kappa(E_e, \vec{r}) \cdot \vec{\nabla} \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{diffusion}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial E_e} \left[b(E_e, \vec{r}) \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{perte d'énergie}} + \underbrace{Q(E_e, \vec{r})}_{\text{source}}$$

CG + Synchrotron

► Équation de diffusion :
$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial E_e} \left[b(E_e, \vec{r}) \frac{dn_e}{dE_e} \right]}_{\text{perte d'énergie}} + \underbrace{Q(E_e, \vec{r})}_{\text{source}} = 0$$

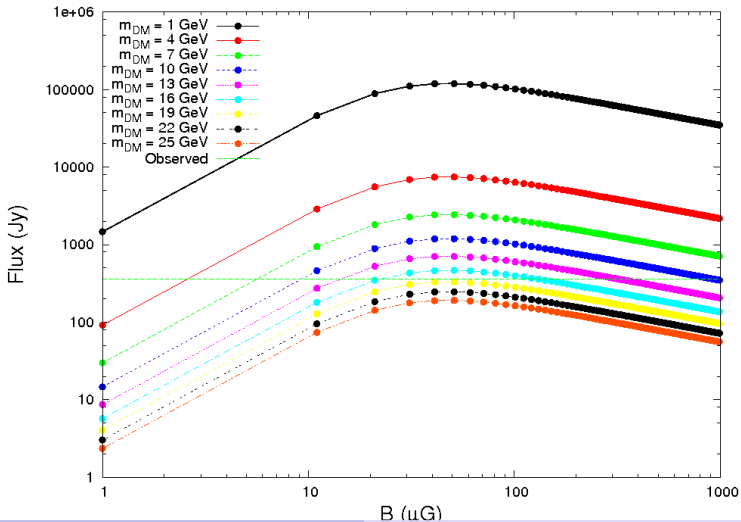
► Taux de perte d'énergie :

$$b(E_e, \vec{r}) = P_{synchr} + P_{ICS} + P_{...} \equiv P_{synchr} \left(1 + \frac{U_{rad}}{B^2} \right)$$

► Terme source : $Q = \langle \sigma v \rangle \frac{dN_e}{dE_e} \left(\frac{\rho_\chi}{m_\chi} \right)^2$

► Flux par unité de fréquence : $J_\nu(B; m_\chi) \equiv \frac{B}{B^2 + \text{constante}}$

Résultats



Perspectives

- ▶ Résultats des expériences de détection directe et indirecte (Tevatron, XENON100, LHC ...)
- ▶ Nouveaux candidats... ?
- ▶ Innovation dans le cadre de travail... ?