



La matière noire

Isabelle Santos

Club Astro ENAC

20 février

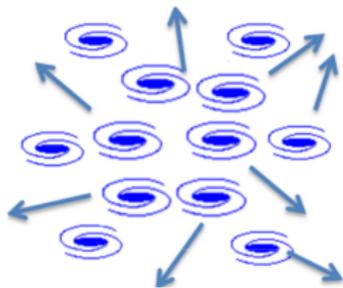
Objectif

- Qu'est-ce que la matière noire ?
- Pourquoi on y croit ?
- Est-ce que ça ne pourrait pas être autre chose ?

Le bug dans la matrice

1937 : Fritz Zwicky

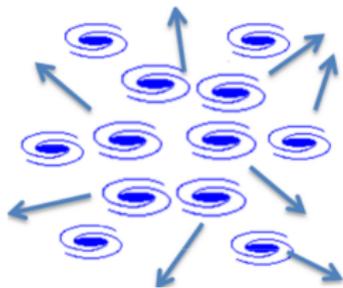
Calcul de la masse des galaxies dans l'amas de Coma à partir de leurs vitesses d'éloignement en utilisant le théorème du viriel



Le bug dans la matrice

1937 : Fritz Zwicky

Calcul de la masse des galaxies dans l'amas de Coma à partir de leurs vitesses d'éloignement en utilisant le théorème du viriel

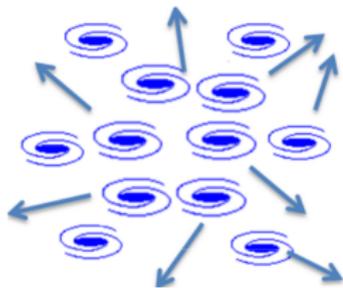


$$\frac{M}{L} = 500 \frac{M_{\odot}}{L_{\odot}}$$

Le bug dans la matrice

1937 : Fritz Zwicky

Calcul de la masse des galaxies dans l'amas de Coma à partir de leurs vitesses d'éloignement en utilisant le théorème du viriel



$$\frac{M}{L} = 500 \frac{M_{\odot}}{L_{\odot}}$$

1938 : Sinclair Smith

Même rapport M/L dans l'amas de Virgo

WTF ?

Quelques hypothèses

- poussière qui absorbe la lumière
- matière qui n'interagit pas avec la lumière
- modification de la gravité à grande échelle
- ...

Parenthèse historique

1846

anomalies systématiques dans le mouvement d'Uranus

⇒ Neptune

1860

avance du périhélie de Mercure de 43'' par siècle

⇒ Relativité générale

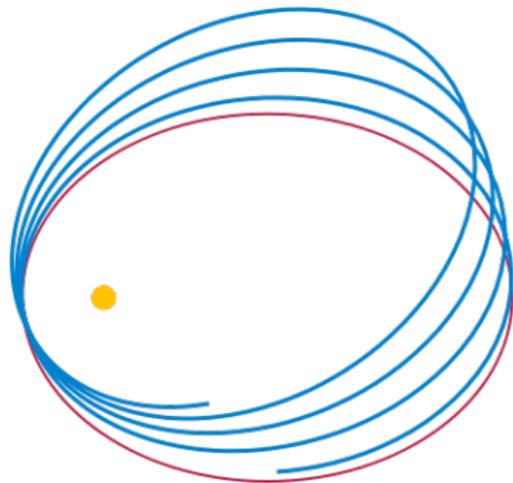
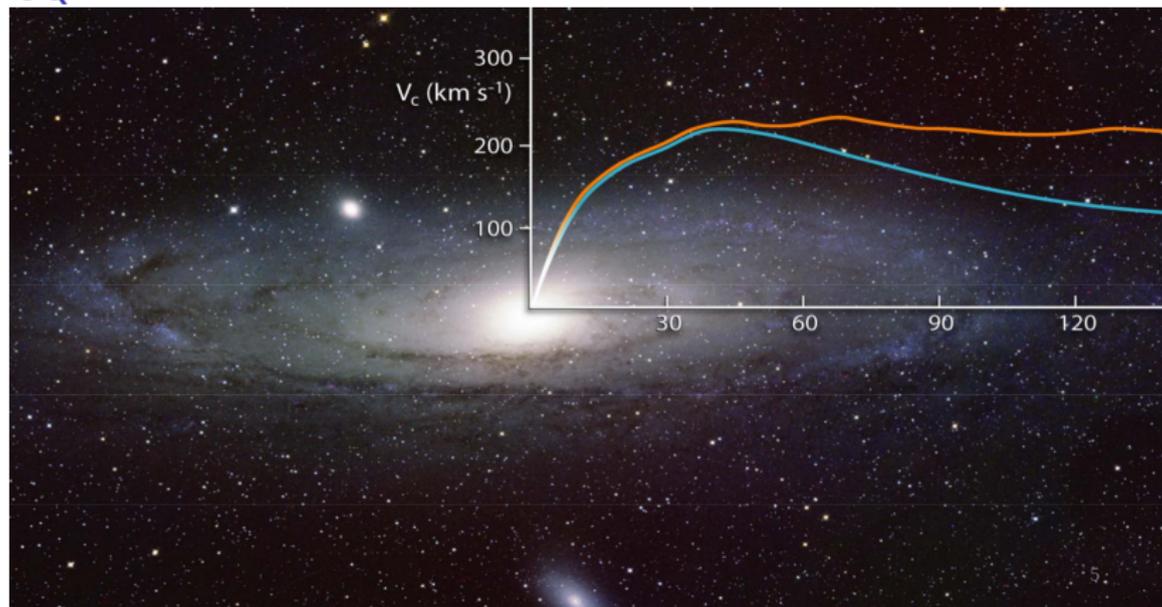


Figure : Précession de l'orbite de Mercure (pas à l'échelle)

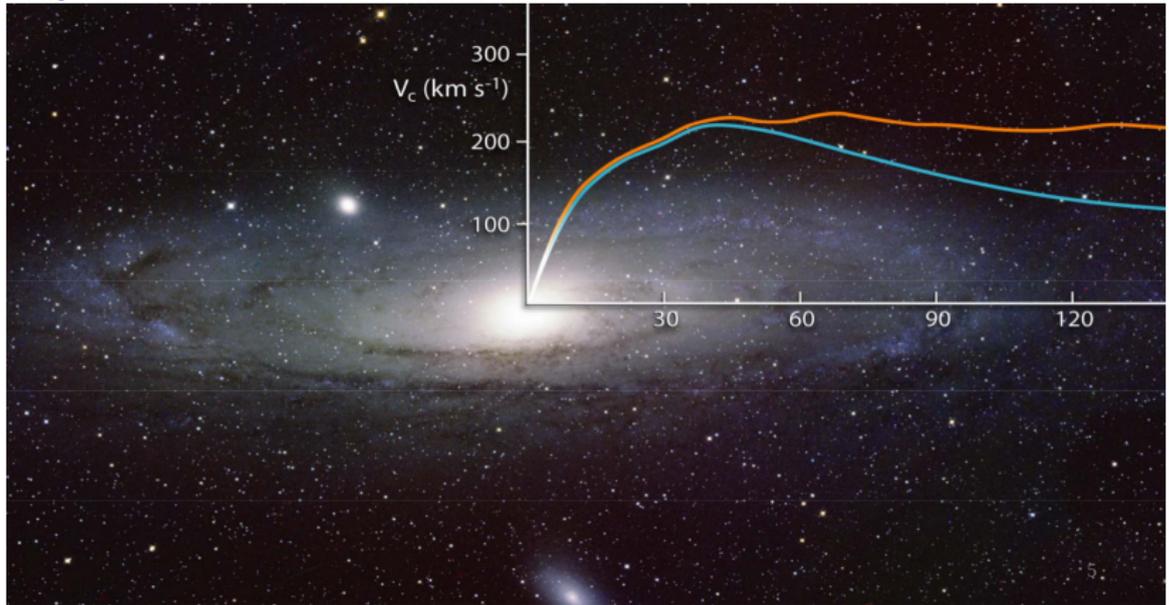
Le bug dans la matrice 2

CQFD



Le bug dans la matrice 2

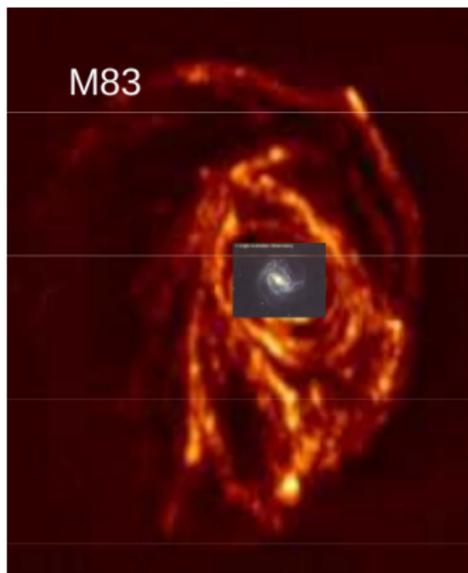
CQFD



(C'est Quoi ce Foutu Délire?)

Le mystère s'épaissit

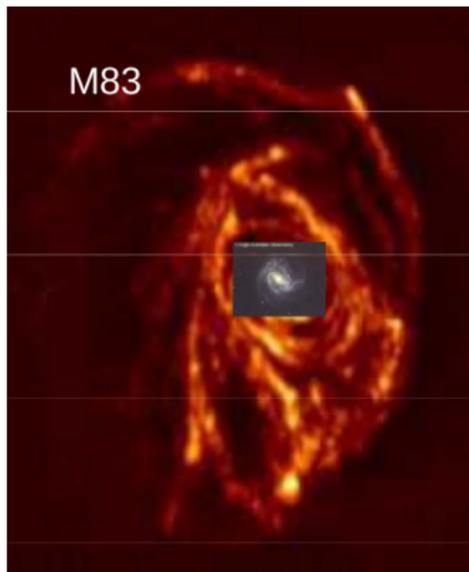
1951 : découverte de la raie à 21cm de l'hydrogène



Le mystère s'épaissit

1951 : découverte de la raie à 21cm de l'hydrogène

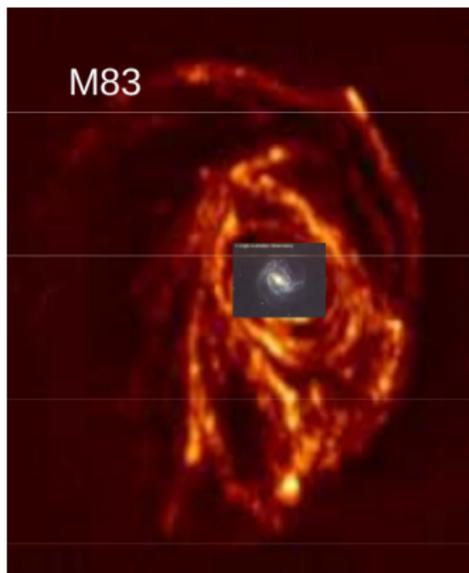
- Il y a plus de matière que prévu



Le mystère s'épaissit

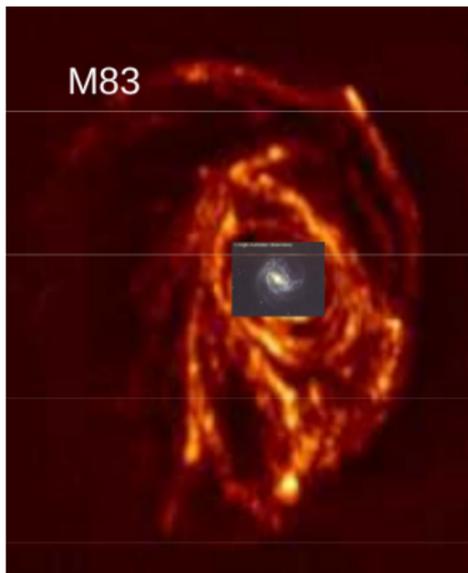
1951 : découverte de la raie à 21cm de l'hydrogène

- Il y a plus de matière que prévu
- Mais toujours pas assez

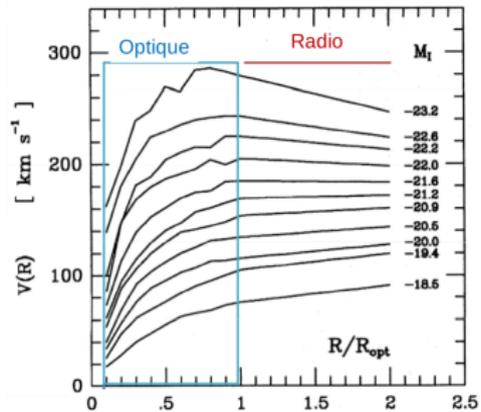


Le mystère s'épaissit

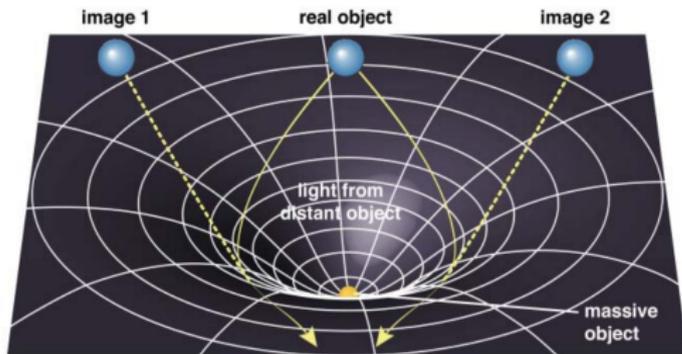
1951 : découverte de la raie à 21cm de l'hydrogène



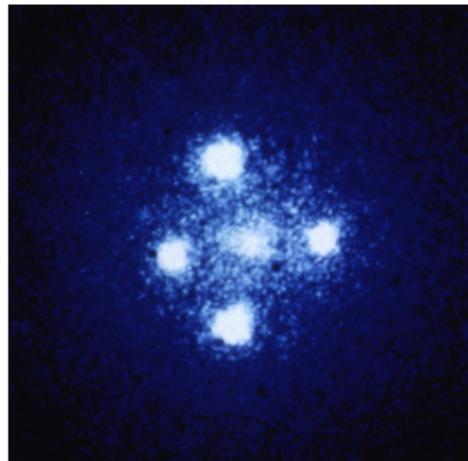
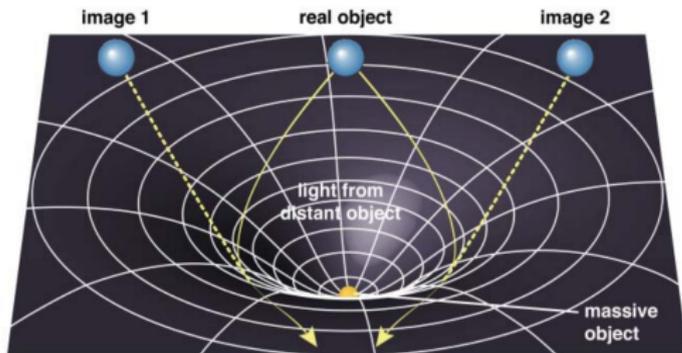
- Il y a plus de matière que prévu
- Mais toujours pas assez



Lentilles gravitationnelles : principe

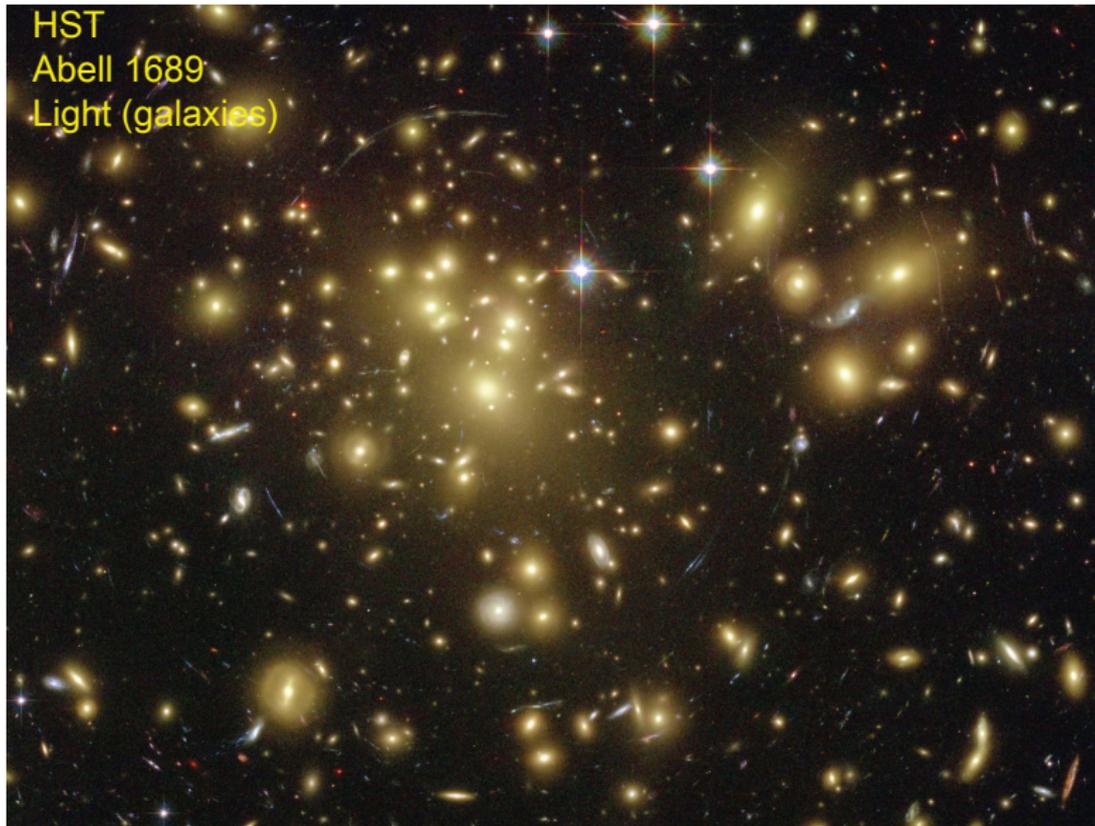


Lentilles gravitationnelles : principe



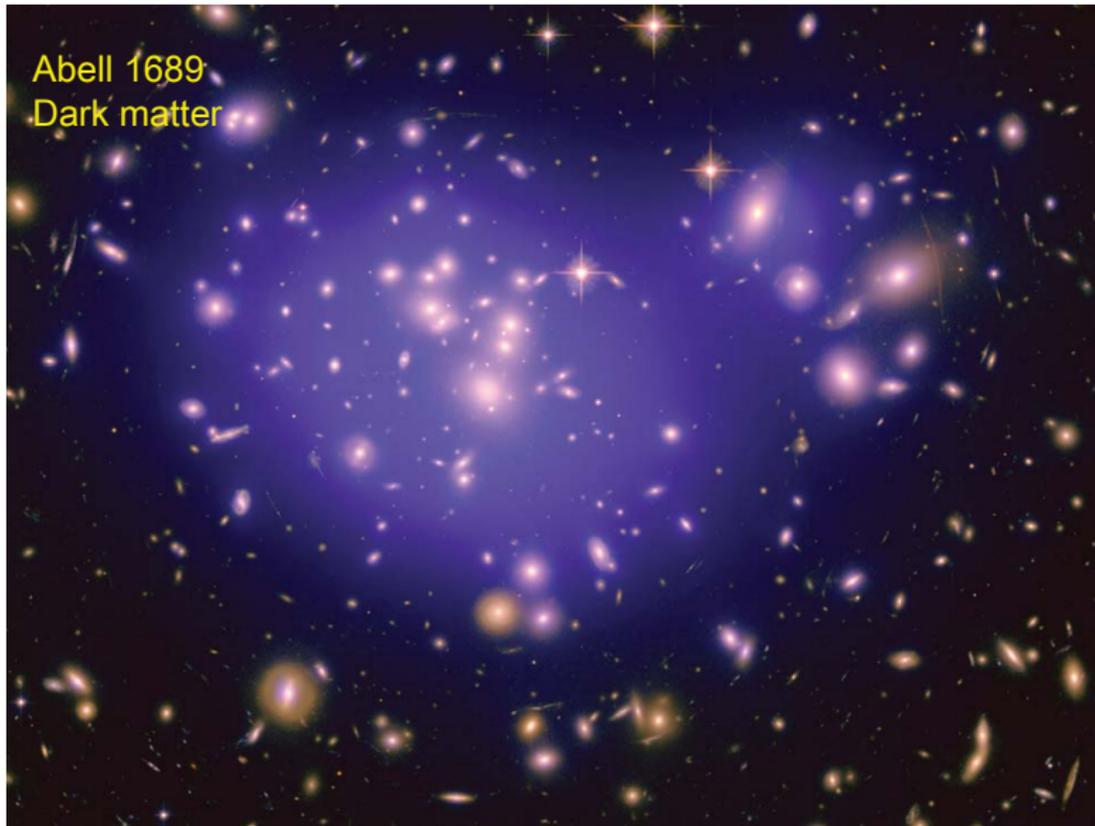
Lentille gravitationnelle : Abell 1689

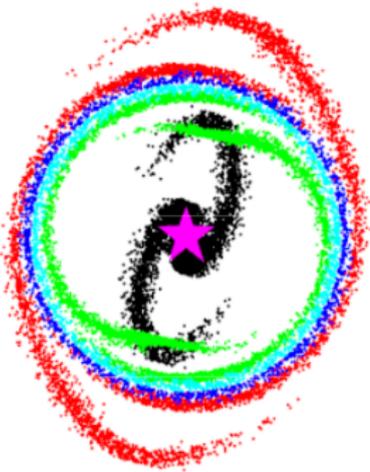
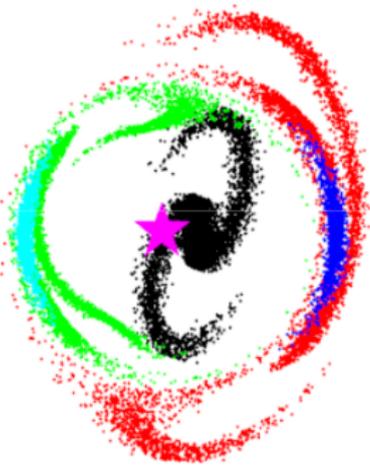
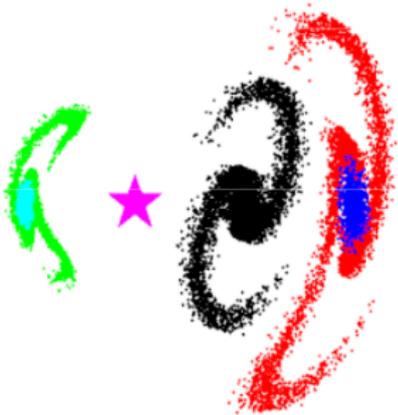
HST
Abell 1689
Light (galaxies)



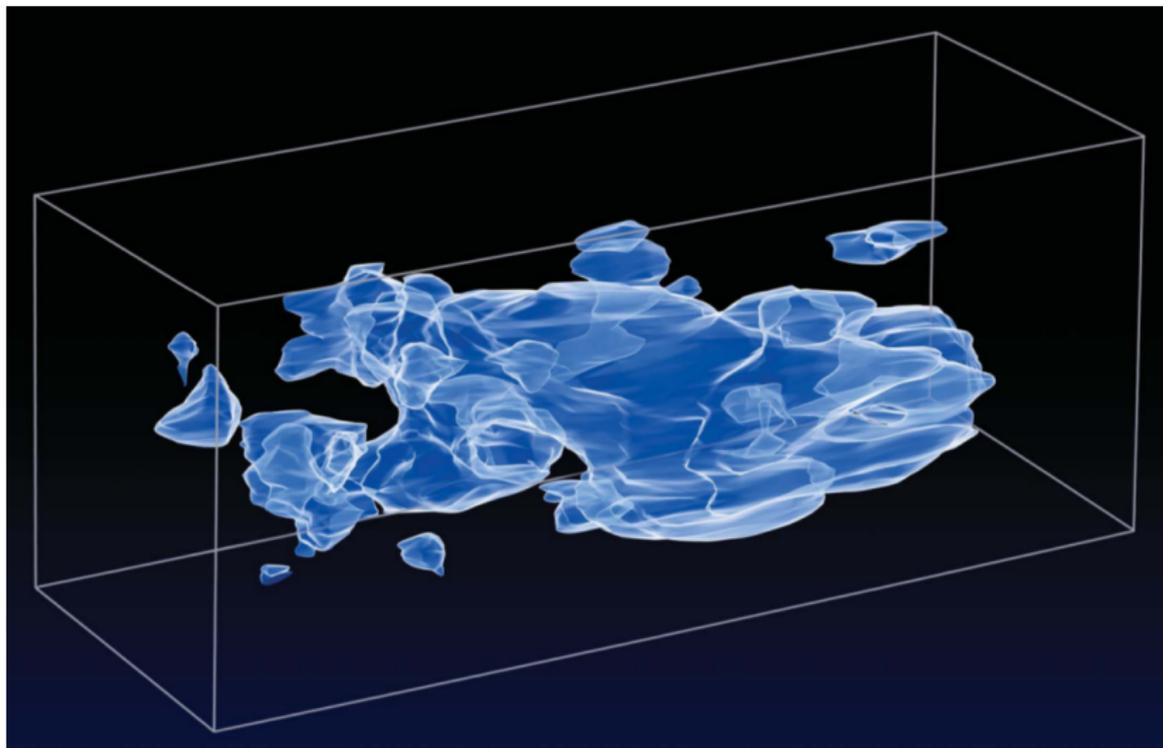
Lentille gravitationnelle : Abell 1689

Abell 1689
Dark matter





Lentille gravitaionnelle : tomographie



Massey et al, 2007

Plaidoyer pour la matière noire

- Courbes de rotation des galaxies spirales

Plaidoyer pour la matière noire

- Courbes de rotation des galaxies spirales
- Dispersion des galaxies en amas

Plaidoyer pour la matière noire

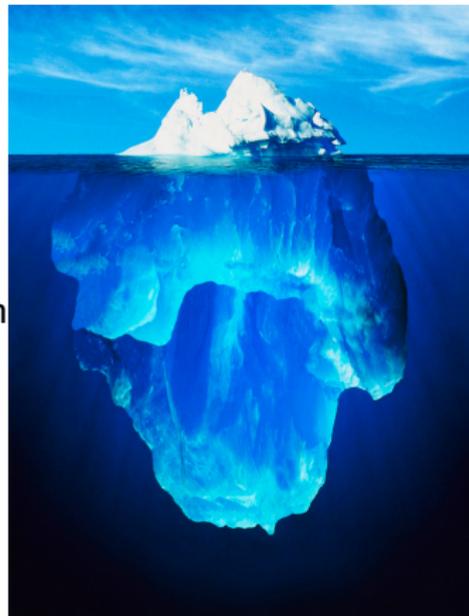
- Courbes de rotation des galaxies spirales
- Dispersion des galaxies en amas
- Dispersion de vitesse des galaxies elliptiques

Plaidoyer pour la matière noire

- Courbes de rotation des galaxies spirales
- Dispersion des galaxies en amas
- Dispersion de vitesse des galaxies elliptiques
- Stabilité des disques galactiques
- Fond de rayonnement cosmique
- Formation de structures dans le cosmos primordial
- Vitesse des barres dans les galaxies barrées
- Naines de marée
- Supernovæ de type IA
- ...

Alors, convaincus ?

variable=,outerlabel=matiere=Name,=Quan



Quelles alternatives ?

- une loi de gravité modifiée

Quelles alternatives ?

- une loi de gravité modifiée
- une cinquième force

Quelles alternatives ?

- une loi de gravité modifiée
- une cinquième force
- le neutralino

Quelles alternatives ?

- une loi de gravité modifiée
- une cinquième force
- le neutralino
- des dimensions supplémentaires

Quelles alternatives ?

- une loi de gravité modifiée
- une cinquième force
- le neutralino
- des dimensions supplémentaires
- ???

Loi de Tully-Fischer (1975)

Un lien entre la matière visible et la matière noire

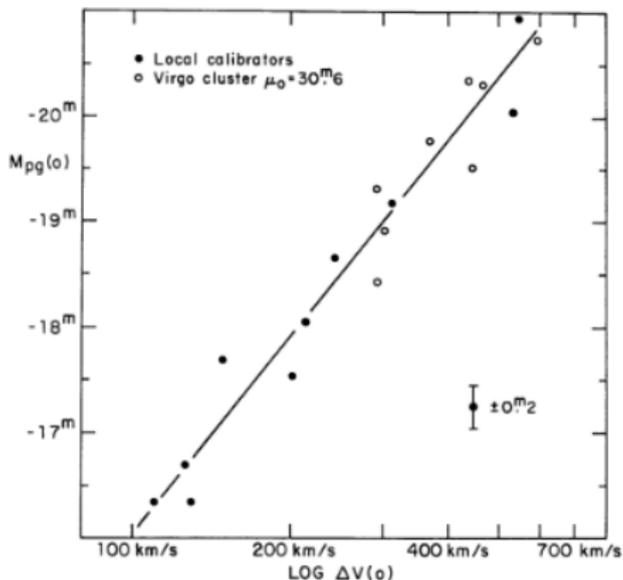
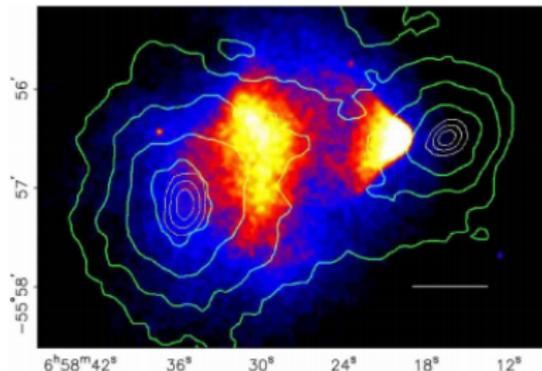
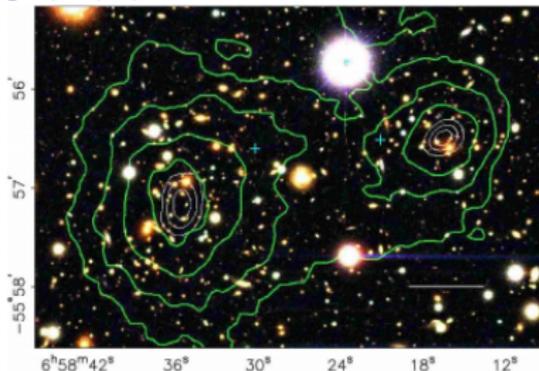


Fig. 5 (a) Absolute magnitude – global profile width relation produced by overlaying Figure 3 on Figure 1, adjusting Figure 3 vertically to arrive at a best visual fit with a distance modulus of $\mu_0 = 30^m.6 \pm 0^m.2$

Amas du boulet

Chandra



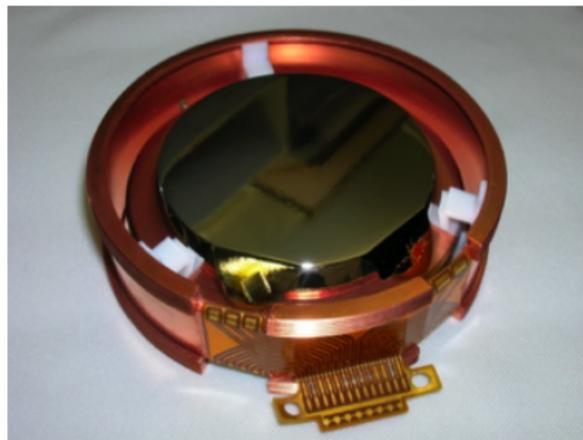
- contours de la distribution spatiale de masse par lentille gravitationnelle
- à gauche, en optique
- à droite en rayons X

CQFD

C'est quoi ce foutu délire ?

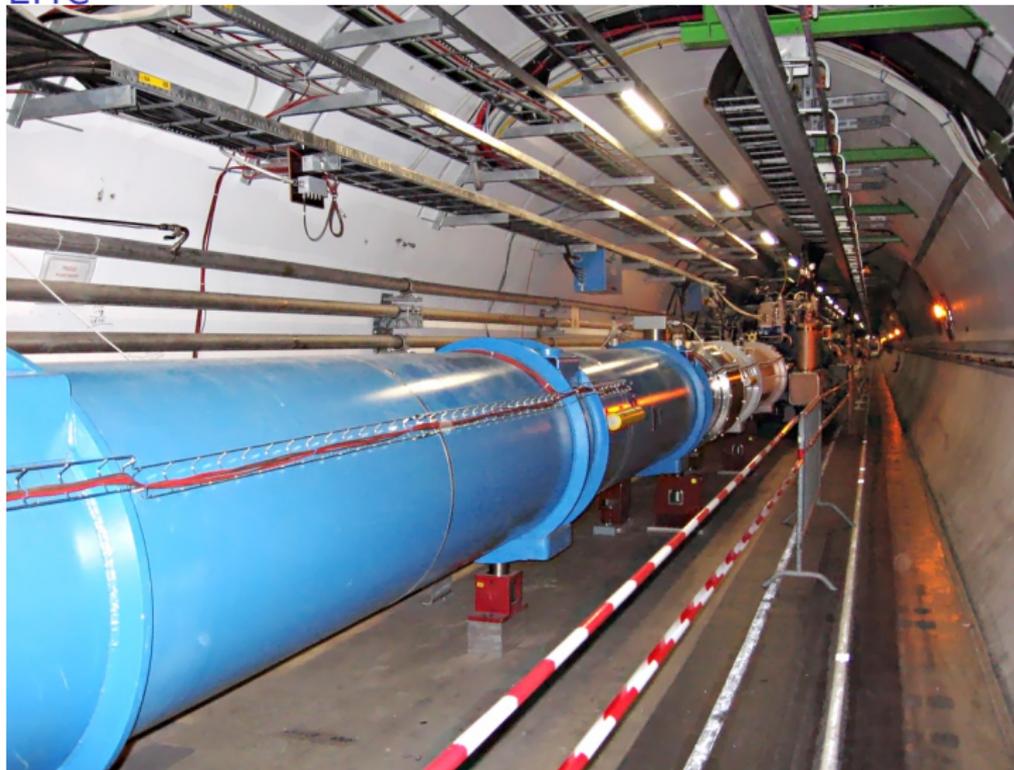
Travaux en cours

Détection des WIMPS avec EDELWEISS



Travaux en cours

LHC



Passage de 7 à 13 TeV