

Avec

Cyrille Baudouin, LAM, Marseille (OCEVU)
Sabine Crepe-Renaudin, LPSC, Grenoble (ENIGMASS)
Lionel Jarmasson, Canopée, Arles
Jean-Baptiste Melin, SPP, Saclay (P2IO)
Cécile Renault, LPSC, Grenoble (ENIGMASS)
Richard Taillet, LAPTh, Annecy (ENIGMASS)

Etat du projet :

PUMA fait, remporté par Canopée pour un budget de 49 500 euros.
500 euros restants pour pauses-déjeuners, mission si besoin
Livraison du webdoc complet dans 12 mois (avec ce budget, extensions possibles avec d'autres financements).
Hébergement au LPSC, avec soutien du service informatique pour le déploiement puis la maintenance technique & sécurité à "long terme".
Code en HTML 5, pas de module à télécharger, accès rapide au moins pour les niveaux 0 et 1.
Compatible tablettes et smartphones

Sujet :

Unanimité pour que ce soit bien la matière noire, sous toutes ses formes, tous les types de recherche et des ramifications vers les autres "noirs" (trous noirs, énergie noire)

Bonne couverture des recherches Enigmass (et OCEVU & P2IO) :

- détection directe : Modane, LPSC (MIMAC, Edelweiss)
- détection indirecte : LAPP + CPPM + LUPM + IRAP (HESS, AMS, CTA)
- accélérateur : LAPP, LPSC + CPPM + CPT (Atlas)
- cartographie de la matière noire : LPSC, LAPP + CPPM + LAM + LUPM (LSST, Euclid, NIKA2)
- neutrinos : CPPM (Antares, KM3net) + LPSC, LAPP (Stéréo)

+ Virgo : à la fois "confusion" matière noire/trou noir + hypothèse : les trous noirs vus par LIGO/VIRGO pourraient-ils être de la matière noire, vraiment ? Pas absurde

Pourquoi s'intéresser à la matière noire ?

L'essentiel de ce qui compose notre univers est inconnu.

Mise en évidence par différents calculs et observations qu'il existe bien quelque chose, or on ne voit pas ce quelque chose, on ne comprend pas sa nature que l'on appelle « Matière Noire ».

C'est invisible mais existant. La matière noire structure l'univers. C'est donc fondamental.

Ceci est suffisamment énigmatique et important pour qu'une partie significative de la communauté scientifique s'intéresse à cet enjeu central.

Description de la "matière" "noire"

- Pourquoi dit-on qu'elle est noire ?

C'est la traduction de « Dark Matter » (matière sombre) mais sa traduction n'est pas très pertinente car nous devrions parler de « matière invisible » - elle n'est pas noire non plus ...

- Pourquoi dit-on que c'est une matière ?

Parce qu'elle est pesante, elle a une masse, elle interagit "fortement" par gravité (car il y en a beaucoup). Mais on sait aujourd'hui de façon fiable que ce n'est pas de la matière

semblable à celle que nous connaissons, même en considérant tout le bestiaire de la physique des particules (modèle standard).

Qu'est ce qui met en évidence la présence de la matière noire ?

Lentille gravitationnelle :

La matière noire est transparente comme une vitre mais elle déforme l'image : telle une vitre gondolée qui modifie l'image qui est derrière.

En observant les objets derrière les galaxies nous voyons que la trajectoire de l'image de ces objets est déformée par une force gravitationnelle invisible donc par une masse (invisible).

Comparaison des masses dynamique et visible dans les amas de galaxie :

Dans une galaxie les étoiles sont tenues entre elles par la gravitation.

Il en est de même dans les amas de galaxies où les galaxies restent en « proximité » grâce aux forces gravitationnelles. Les forces gravitationnelles sont dues aux masses en présence. La masse "visible" provient des éléments observables (lumière (=corps rayonnant: étoile et gaz - selon "couleur"). Or les forces gravitationnelles générées par les seules masses "visibles" sont nettement insuffisantes pour maintenir l'amas de galaxies lié. (Facteur de x5 à x10 de la masse observable) : d'où viennent donc ces forces manquantes ?

- Modèle de concordance

Les densités d'énergie totale, sous forme de matière baryonique et de matière noire sont précisément mesurées (Planck !)

Format, cible ... :

webdoc avec format original et percutant (à trouver !), avec 2 voire 3 niveaux

L0 : accroche, accueil

L1 : niveau tout public - 5'

L2 : niveau curieux -10 à 30'

L3 : niveau averti - des heures ! (liens)

L0 : idée d'image d'accroche qui "oblige" à aller plus loin : photo du parking d'un hypermarché plein de voitures et de gens qui entrent et sortent mais le magasin est invisible : on ne le voit pas mais il DOIT y avoir avoir quelque chose vu ce qui se passe autour !

—> La matière noire est un problème incontournable.

niveau de base grand public, donc accessible aux jeunes. Ton à trouver : un peu d'humour mais pas "rigolo", rigoureux mais pas rebutant, beau & sobre mais accueillant, accessible mais pas "enfantin". Ton : humain, avec visions différentes. avis variés voire contradictoires.

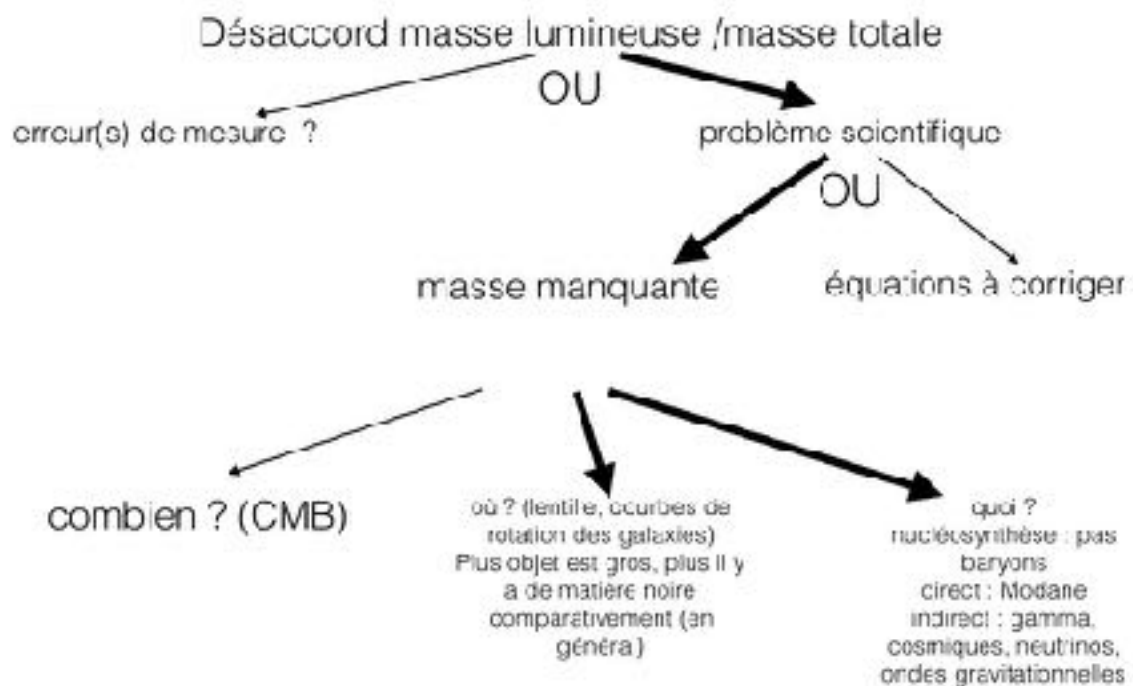
Le guide est la démarche scientifique : pas historique, pas un catalogue, pas un cours qui énonce avec autorité. Mais le raisonnement : problème posé aujourd'hui, hypothèseS, nouvelles observations etc selon typiquement le schéma suivant. Montrer qu'on procède avec des essais, des erreurs et qu'on attaque le problème sous plein d'angles pour essayer de trouver une piste —> poser les clés de compréhension.

Il faut

- Présenter une des plus grandes énigmes scientifiques de notre temps.

- Exprimer le fait qu'il peut ne pas y avoir de réponse pendant 50 ans, mais que ce n'est pas pour ça que la science n'est pas importante ou incompétente.

- Que face à ce grand point d'interrogation, il est normal d'avoir plusieurs axes de recherche très vastes, voire opposés, mais idéalement complémentaires.
- Présenter des points de vue parfois très divergents: les scientifiques ne parlent d'une seule voix.
- Faire clairement la part des choses entre ce que les scientifiques savent et ce qu'ils ne savent pas *aujourd'hui*. Ne pas donner l'impression qu'on ne sait rien ou qu'on sait tout : on sait des choses, mais le domaine des possibles est très vaste aujourd'hui.



Point de départ : amas de galaxies

(après le parking !). Animation, ou mieux applet où on peut varier la vitesse des galaxies ou la masse des halos

L1

Des galaxies tenues entre elles gravitationnellement. Ne doivent pas aller trop vite, sinon ça éclate, sauf si masse globale importante. D'après mesures, il faut une masse très supérieure à celle des étoiles. (→ pour bien faire comprendre le problème, donner des indications sur la méthode utilisée pour évaluer la masse « visible »)

Décliner à d'autres longueurs d'ondes : avec les X, on voit le gaz inter-amas. Est-ce ça la masse manquante ? Les observations et nos lois de la physique montrent que la masse de l'amas doit être = 5 ou 10 x masse (étoiles+gaz). Donc le gaz ne suffit pas.

Effet de lentille gravitationnelle, on peut estimer la masse totale et on arrive à la même conclusion. Donc 3 observations indépendantes montrent le même problème.

On veut comprendre !

→ mesures fausses OU loi de la gravité modifiée OU matière autre

L1 La matière noire ou Le problème du truc manquant —> noir est un mauvais mot, matière aussi !

L 1 nucléosynthèse ou CMB pour expliquer pas matière ordinaire. Pour avoir la composition du gâteau aujourd'hui on est obligé de mettre de la matière noire dans la quantité vue dans les amas.

L2 : matière ordinaire : modèle standard physique des particules

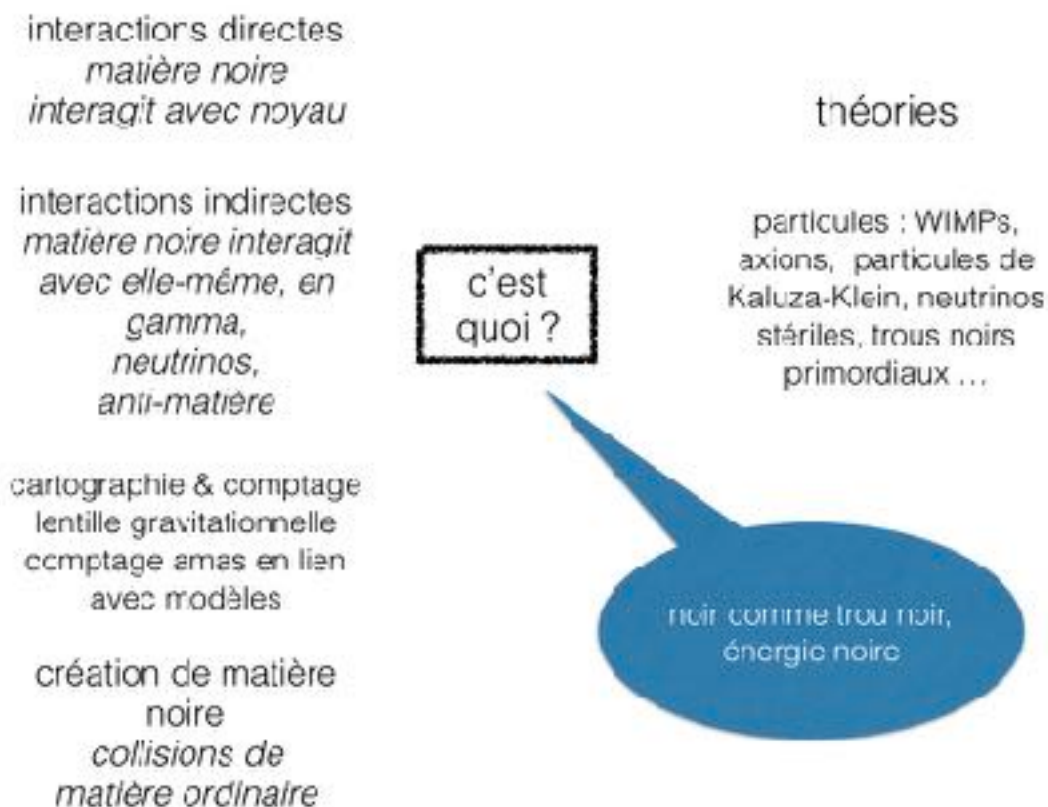
L2 : historique avec années 30, Zwicky, amas de galaxies et années 70 : courbe de rotation des galaxies, années 80 Peebles : on ne peut pas former des galaxies si on n'a que des baryons

L2 les fondamentaux : masse lumineuse, courbe de rotation des galaxies, lentille gravitationnelle, lumière, avec tout son spectre : permet d'étudier les objets dans l'espace, gravité et masse : permet de peser les objets. En étudiant mouvement des objets permet de définir les forces qui agissent, soit la gravité. La théorie de la gravitation relie force et masse.

L2 : Les recherches sur la matière noire ont créé de nouvelles façons de travailler : les physiciens des particules regardent le ciel et les astrophysiciens font de grosses simulations

L3 : matière noire chaude, tiède, froide

Pour présenter la multitude de façons d'aborder le problème et de tester les hypothèses (non exhaustif, juste indicatif) :



Travail pour téléconf le 12 décembre à 16h :

Richard : aspects historiques, aspects théoriques, aspects directs

Cyrille, Jean-Baptiste : inventaire grand public matière noire (multimedia)

Sabine : accélérateur

Cécile : lensing, courbe rotation (applet, images ...)

Chaque labo : listes scientifiques interviewables : au moins 35% femmes, tout âge, métiers variés
mais garder pertinence (moins urgent)

+réfléchir à des titres

Lionel : commencer à proposer des maquettes

objectif : voir sources externes qu'on veut utiliser, dont on veut s'inspirer, qu'on veut éviter