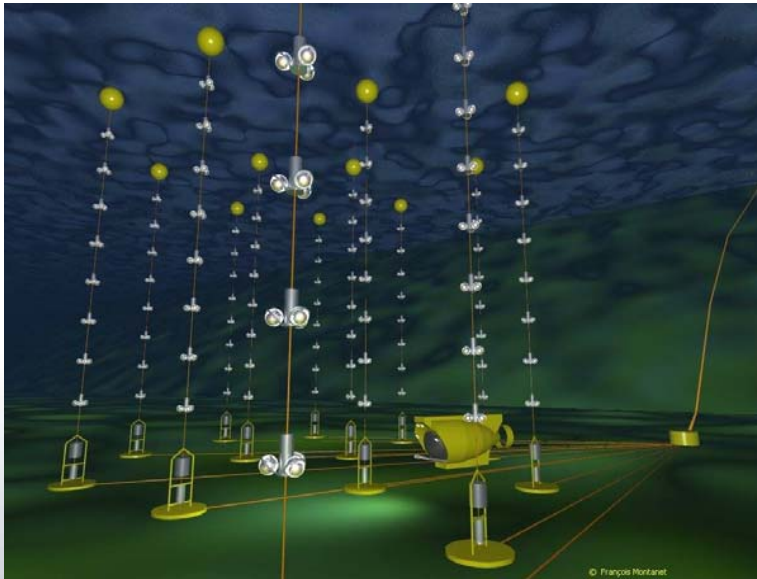


Antares

Astronomy Neutrino Telescope with Abyss environmental RESearch

Etude des structures denses de la Galaxie

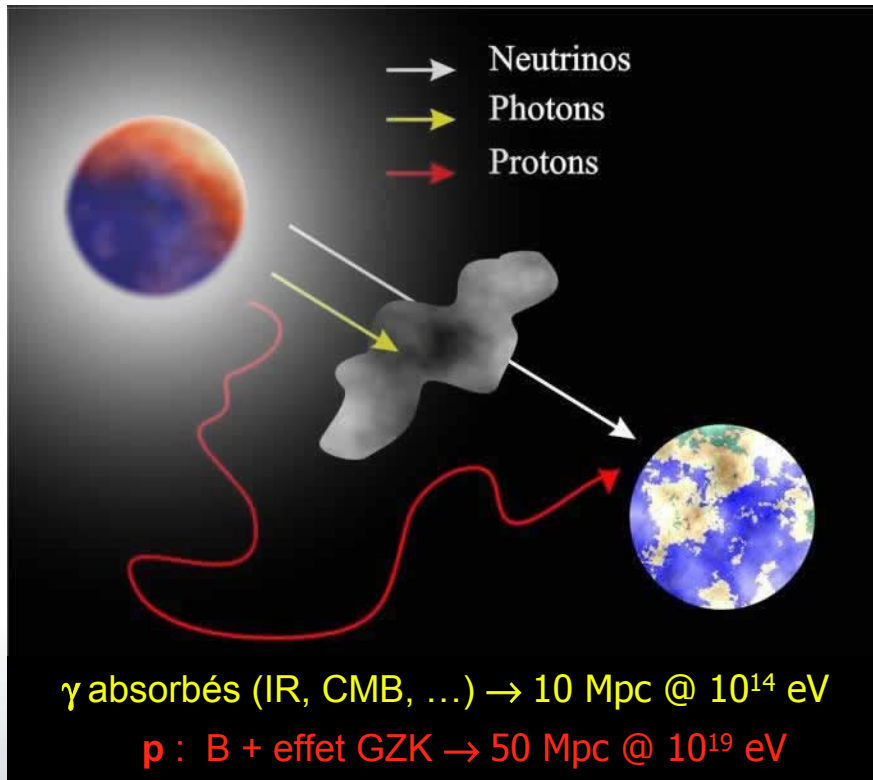
Fabrice Jouvenot – 2nde année de thèse – CEA/Saclay



- Présentation de l'expérience
- Flux de neutrinos issu des rayons cosmiques galactiques
- Matière interstellaire
- Propagation des rayons cosmiques
- Galprop
- Développements ultérieurs



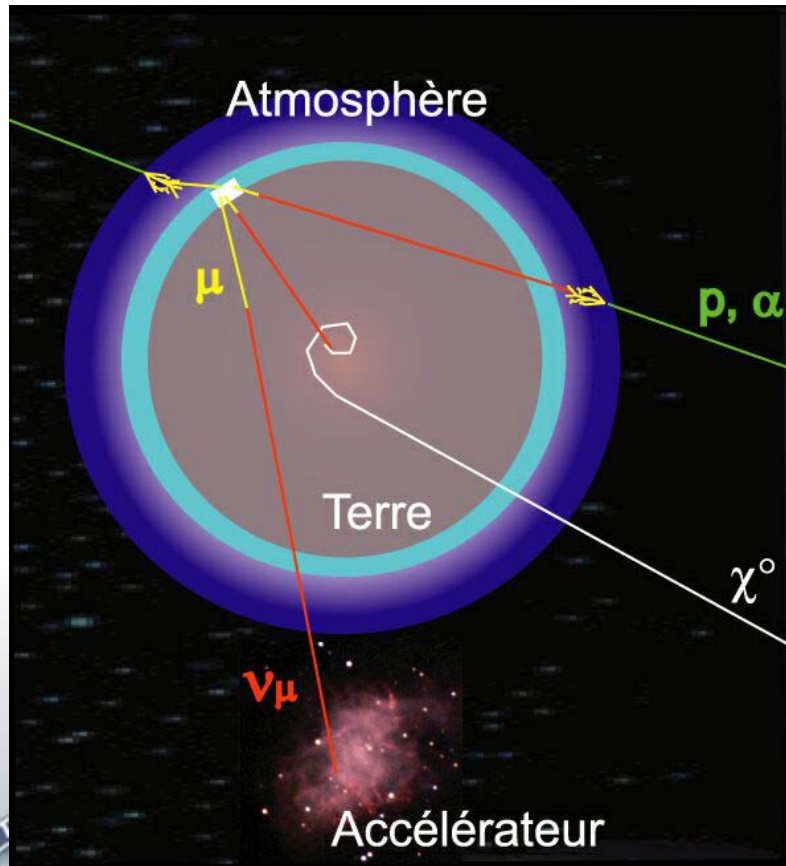
Une nouvelle fenêtre sur l'univers



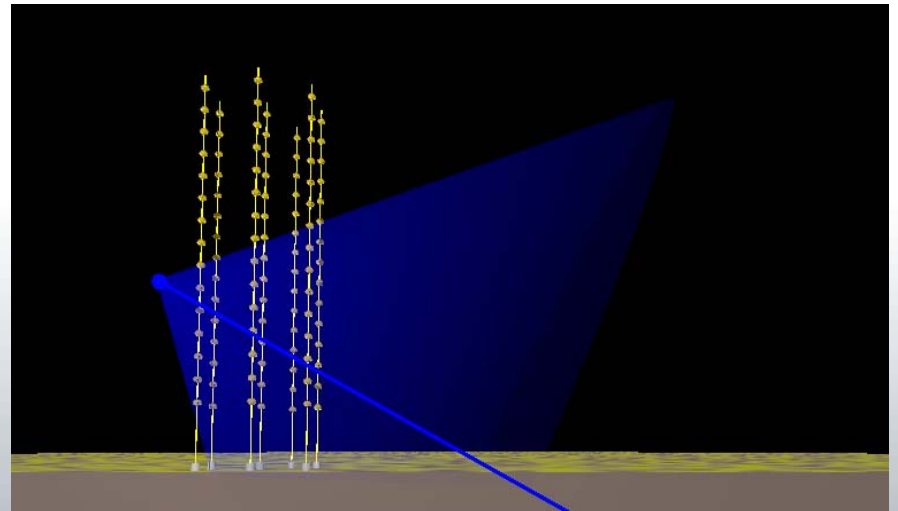
- Particule neutre
- Particule stable
- Interaction faible



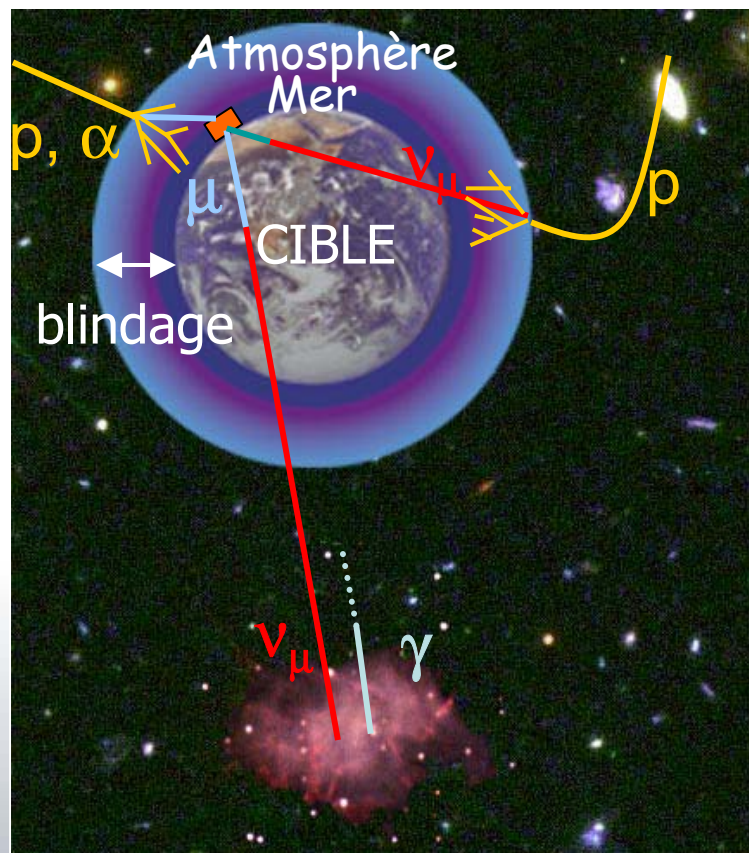
Le principe de détection



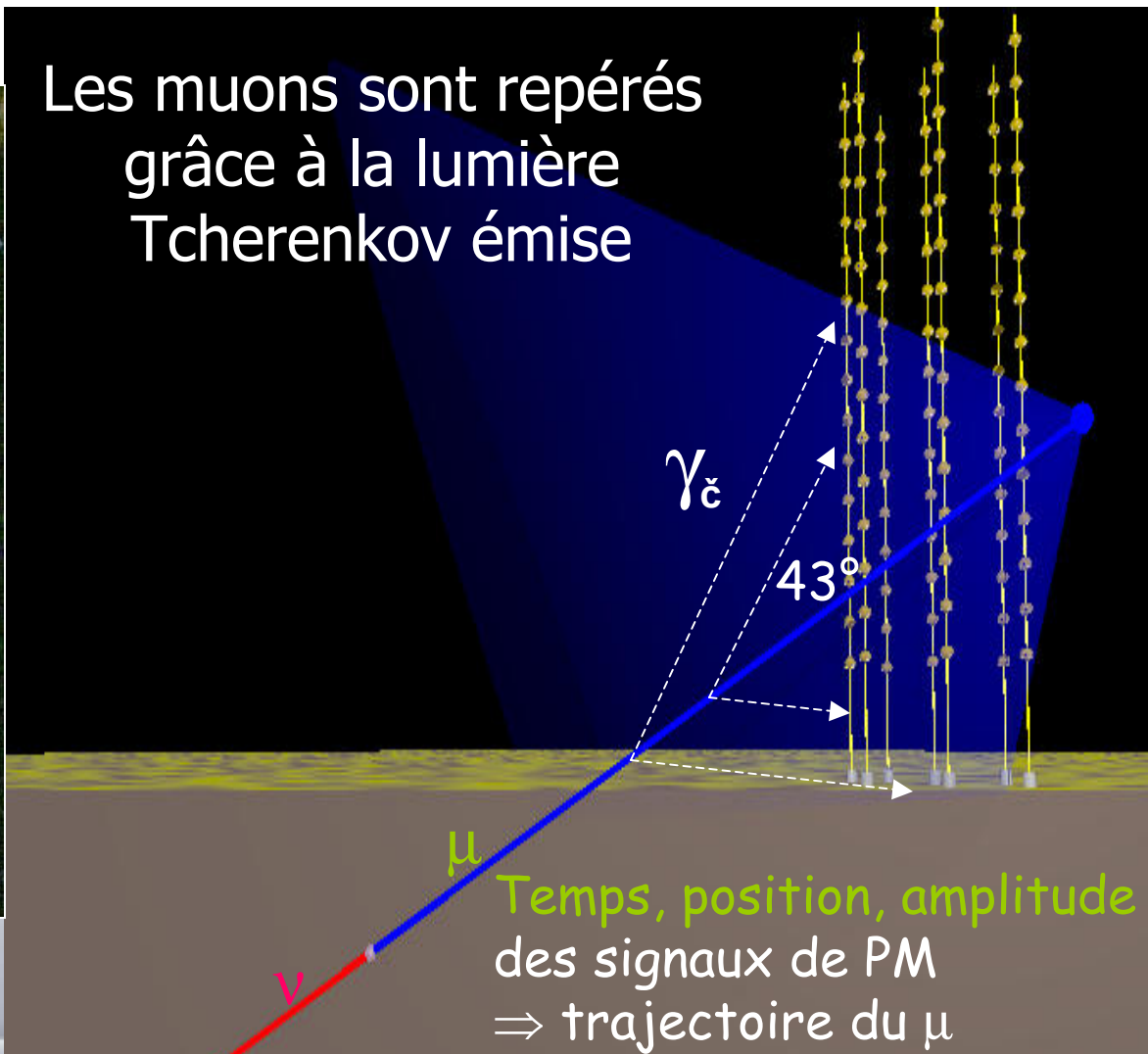
- ν cosmiques ($> 1 \text{ TeV}$)
- $\chi^\circ \chi^\circ \rightarrow \nu$ ($10 - 1000 \text{ GeV}$)
- μ atmosphériques.
- ν atmosphériques. ($10 - 100 \text{ GeV}$)



Principe de détection

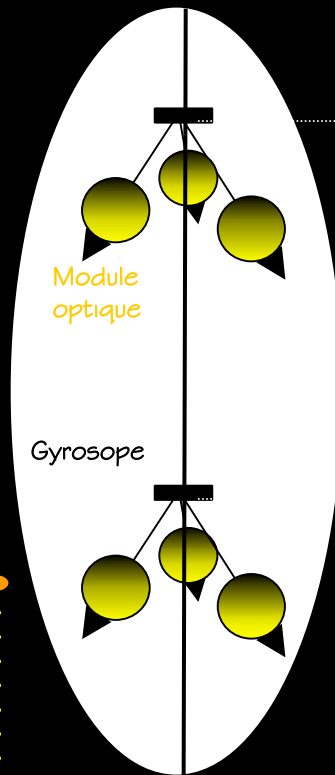


Les muons sont repérés grâce à la lumière Tcherenkov émise

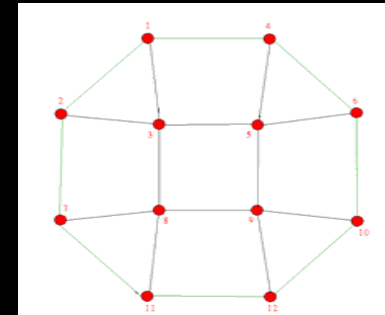


Le détecteur

12 lignes équipées
75 PM / ligne
25 étages / ligne
3 PM / étage



14,5 m



2475 m

Flotteur

350 m
instrumentés

~ 100 m

Lest

Balise acoustique

Boîte de jonction

Câble de lecture

Câble electro-optique
Sous-marin ~ 40 km

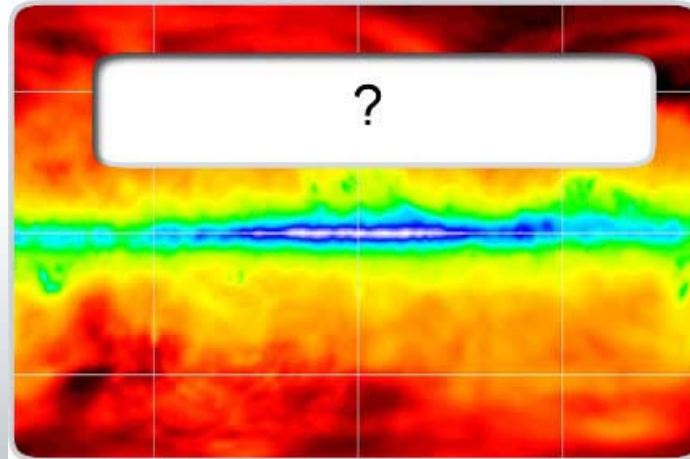
Le site d'Antares



Détection de structures denses avec Antares

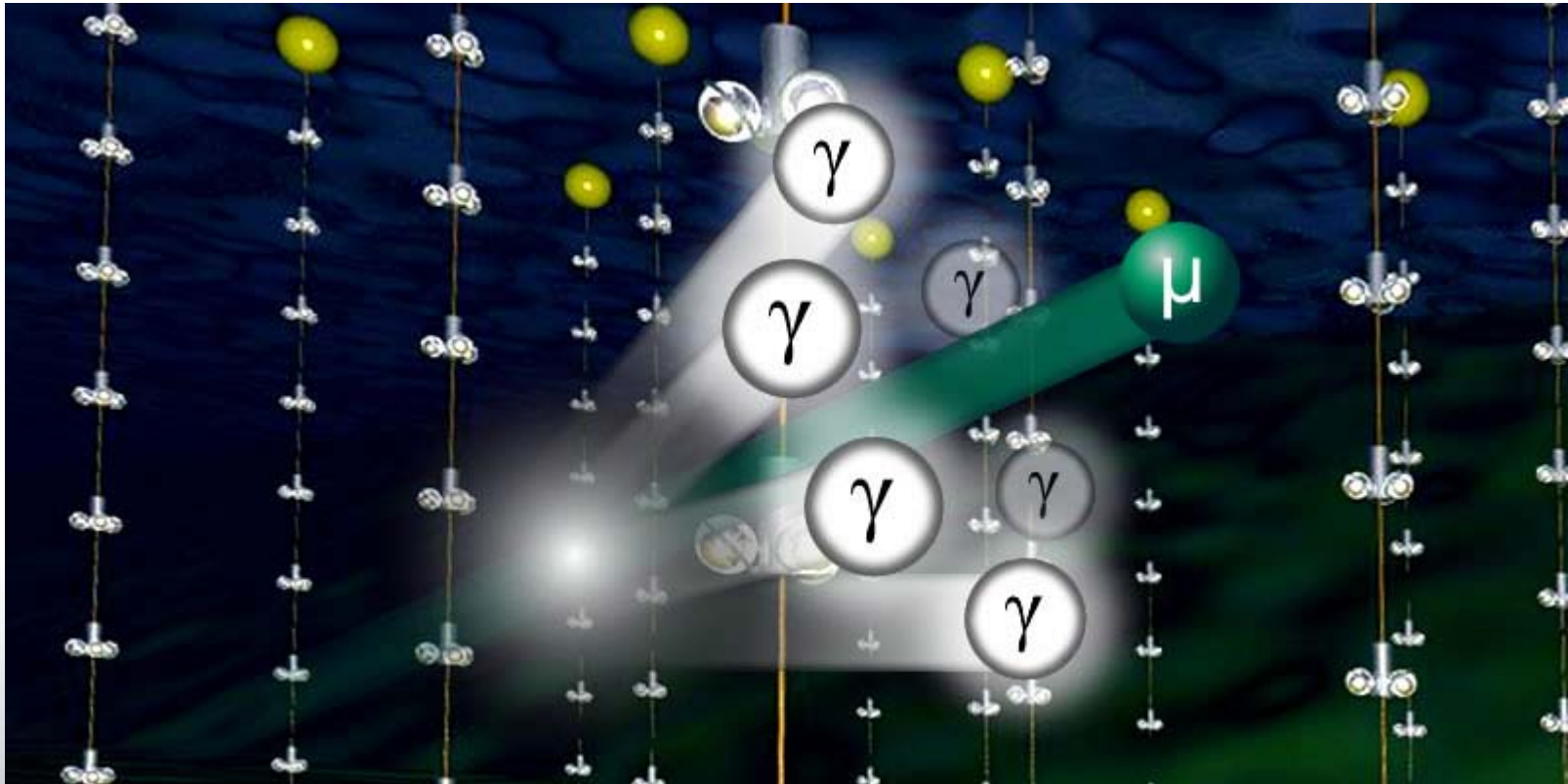
Déterminer si Antares ou un détecteur 'kilométrique' est capable d'observer les flux diffus de neutrinos en provenance de la Galaxie.

Sinon, quelle taille de détecteur serait nécessaire ?



Le principe

Détection.



Galprop

- Andrew Strong et Igor Moskalenko (Garching, Allemagne).
- Expérience Intégral (satellite photon gamma).
- Interaction CR / ISM.
- Testé sur les observations (*abondances, gamma, ...*)
- Développé pour les flux de gammas → flux de neutrinos.



La matière interstellaire (ISM)

Essentiellement l'ISM est composé de :

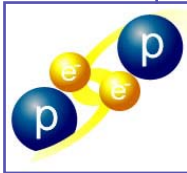
- Hydrogène atomique, H_I .

Lyman α , et absorption 21 cm



- Hydrogène moléculaire, H_2 .

Raie à 2.6 mm de la rotation de CO ($J = 1 \rightarrow 0$)



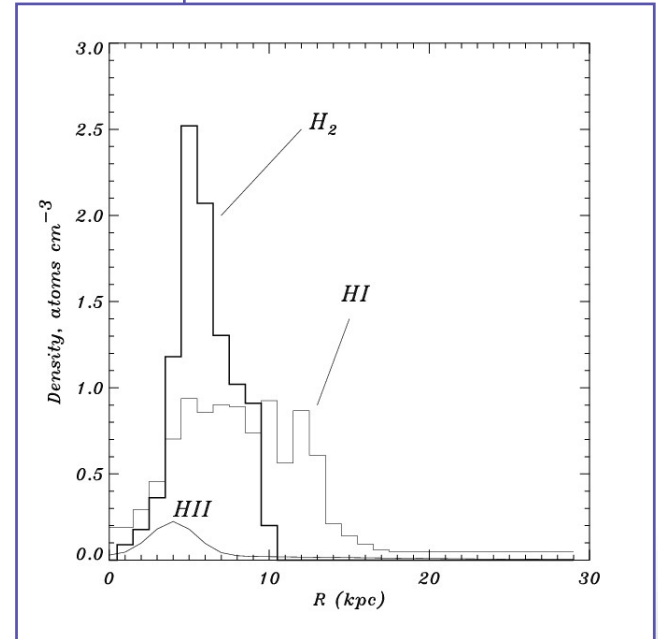
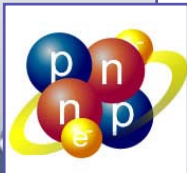
- Hydrogène ionisé, H_{II} .

Modèles MHD, observations des pulsars



- Hélium, He.

He/ H_I ~11 %



Interaction et Propagation

$$\frac{\partial}{\partial t} \Psi = q(\vec{r}, p) + \vec{\nabla} \cdot (D_{xx} \vec{\nabla} \Psi - \vec{V} \Psi) + \frac{\partial}{\partial p} p^2 D_{pp} \frac{\partial}{\partial p} \frac{1}{p^2} \Psi - \frac{\partial}{\partial p} \left[\dot{p} \Psi - \frac{p}{3} (\vec{\nabla} \cdot \vec{V}) \Psi \right] - \frac{1}{\tau_f} \Psi - \frac{1}{\tau_r} \Psi$$

Où :

- $\vec{\nabla} \cdot (D_{xx} \vec{\nabla} \Psi - \vec{V} \Psi)$ **terme de diffusion**
- $\frac{\partial}{\partial p} p^2 D_{pp} \frac{\partial}{\partial p} \frac{1}{p^2} \Psi$ **terme de reacceleration**
- $\frac{\partial}{\partial p} \left[\dot{p} \Psi - \frac{p}{3} (\vec{\nabla} \cdot \vec{V}) \Psi \right]$ **terme de convection**
- $\frac{1}{\tau_f} \Psi$ **terme de fragmentation**
- $\frac{1}{\tau_r} \Psi$ **terme de désintégration**

avec :

$\Psi = \Psi(\vec{r}, p, t)$ densité en unité d'impulsion totale des particules.

$q(\vec{r}, p)$ est le terme de source.

D_{xx} le coefficient de diffusion spatiale.

\vec{V} la vitesse de convection.

D_{pp} la diffusion dans l'espace des impulsions.

$\dot{p} = \frac{dp}{dt}$ la perte de l'impulsion.

τ_f le temps caractéristique de fragmentation

τ_r le temps caractéristique de désintégration



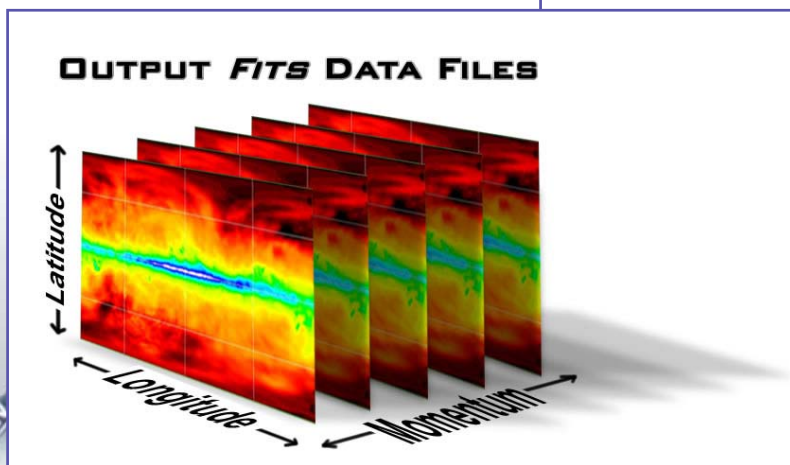
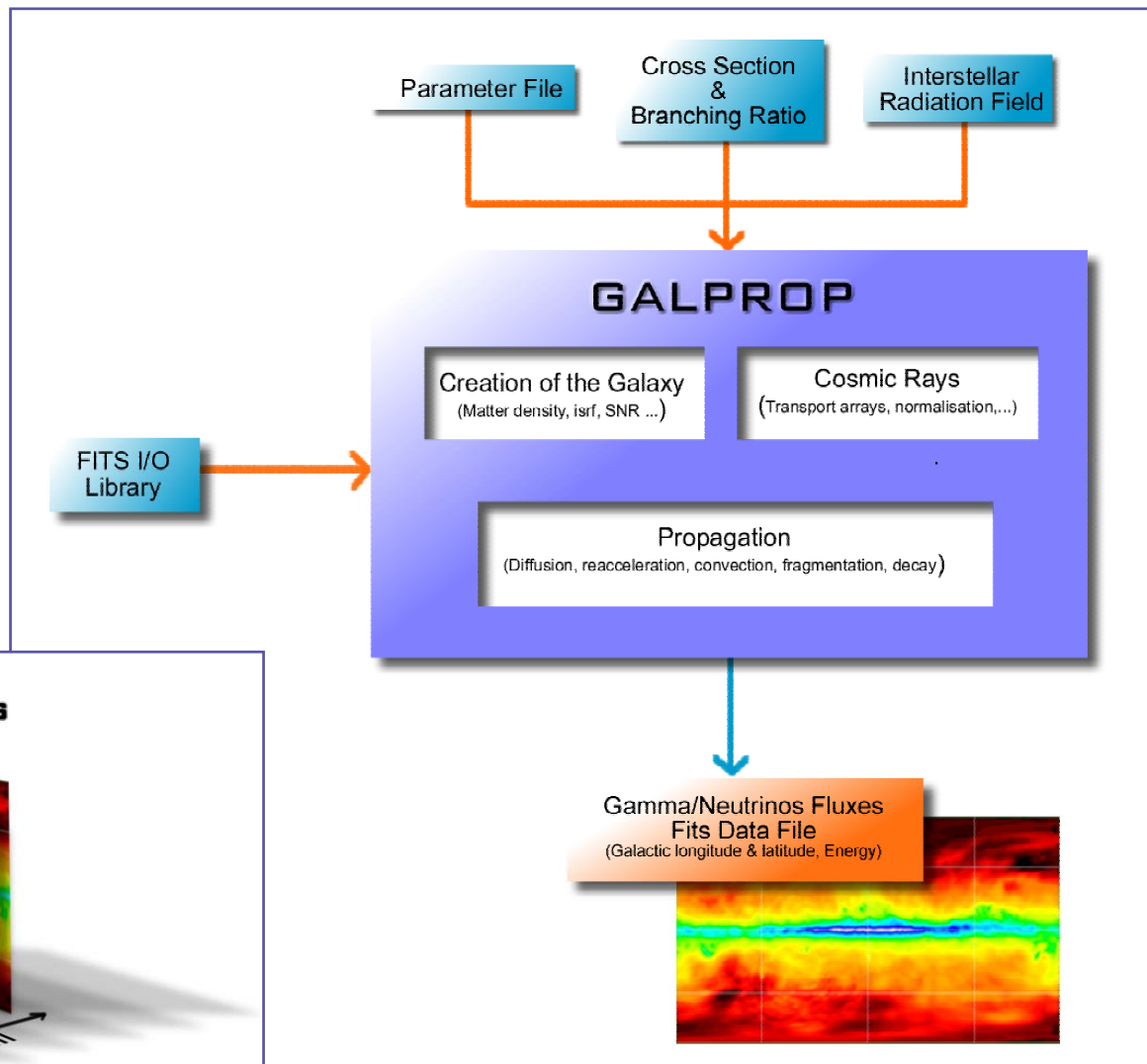
Interaction et propagation

Variation du flux des RC en fonction du temps pour un A donné dépend des termes suivants :

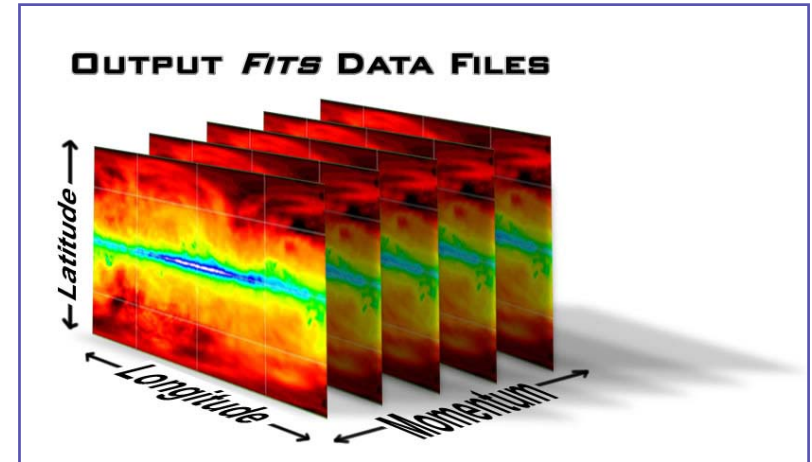
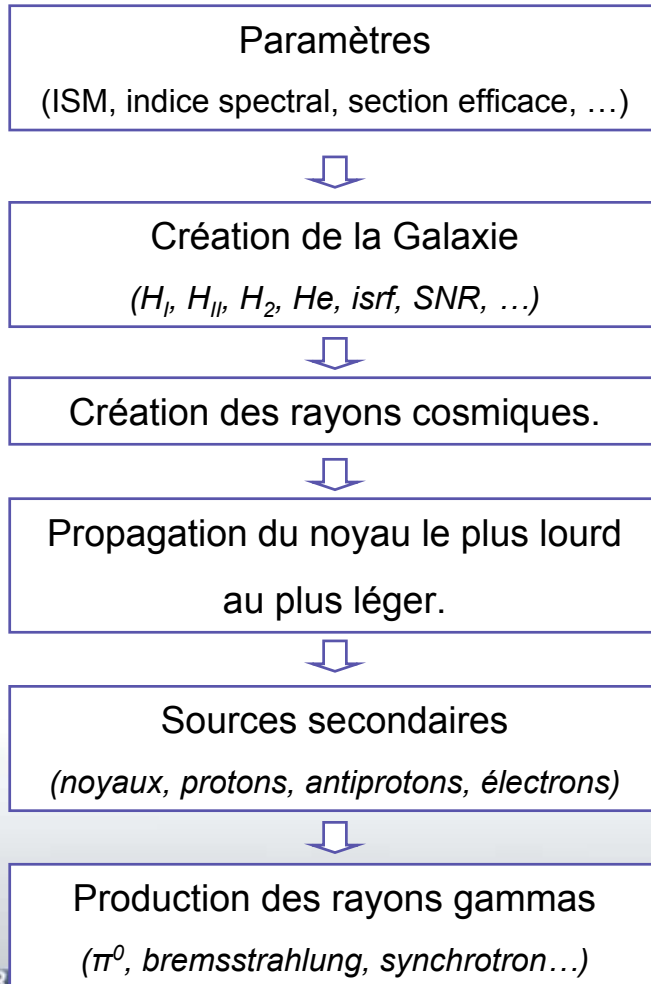
diffusion
convection
réaccélération
fragmentation
désintégration



Galprop : le principe



Galprop



Prochaines étapes

Simulation :

- Implémentation du code de production des neutrinos.
- Génération du flux de neutrinos.

Analyse:

- Bruit de fond et méthode d'analyse.
- Sensibilité d'Antares et nombre d'évènements.
- Extension vers un détecteur kilométrique ?

