

ORCA et les neutrinos

Un télescope sous-marin pour l'étude des neutrinos

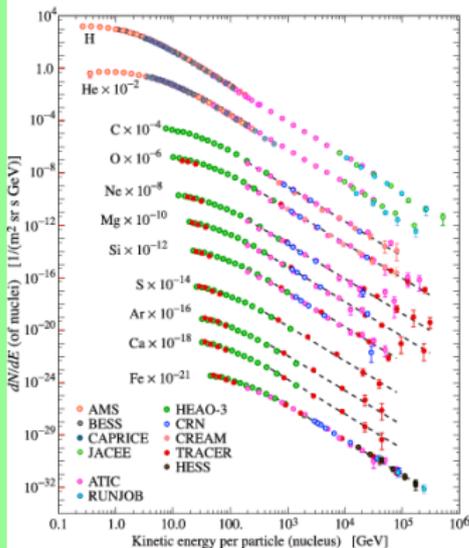
Thierry Pradier - pradier@in2p3.fr



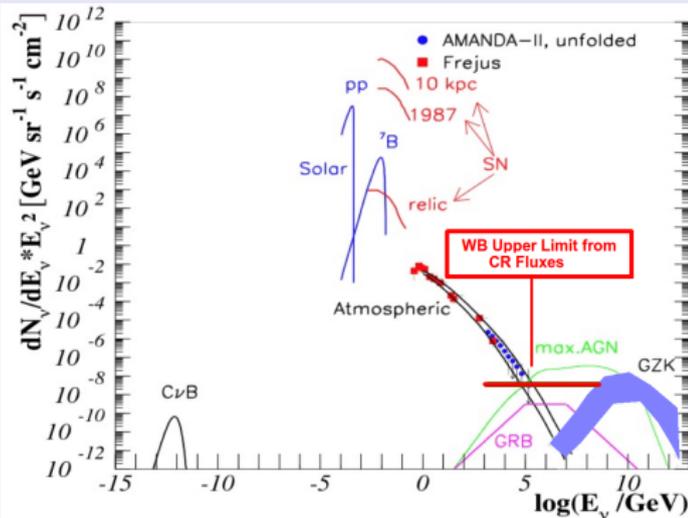
KM3NeT

Rayons cosmiques et neutrinos de haute énergie

Des RC hadroniques



Spectres des ν dans l'Univers



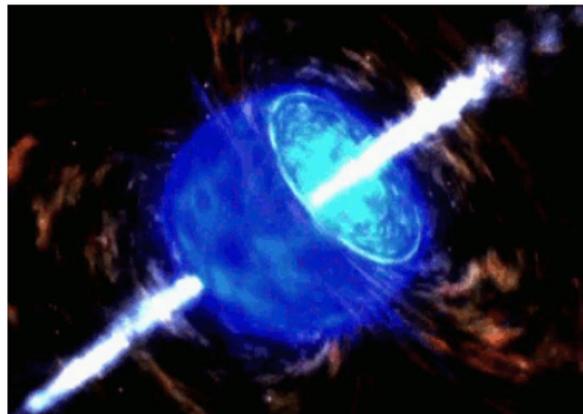
- $p/A + p/\gamma \rightarrow \pi^\pm \rightarrow \nu \Rightarrow E_\nu^2 \Phi_\nu \lesssim 4.5 \times 10^{-8} \text{ GeV/cm}^2/\text{s/sr}$ (flux **WB**)
 \Rightarrow Avec $E_\nu = 100 \text{ TeV}$, $A_{\text{eff}} \sim \text{km}^2$ nécessaire pour détection

Un exemple de sources : sursauts gamma (GRBs)



GRBs courts

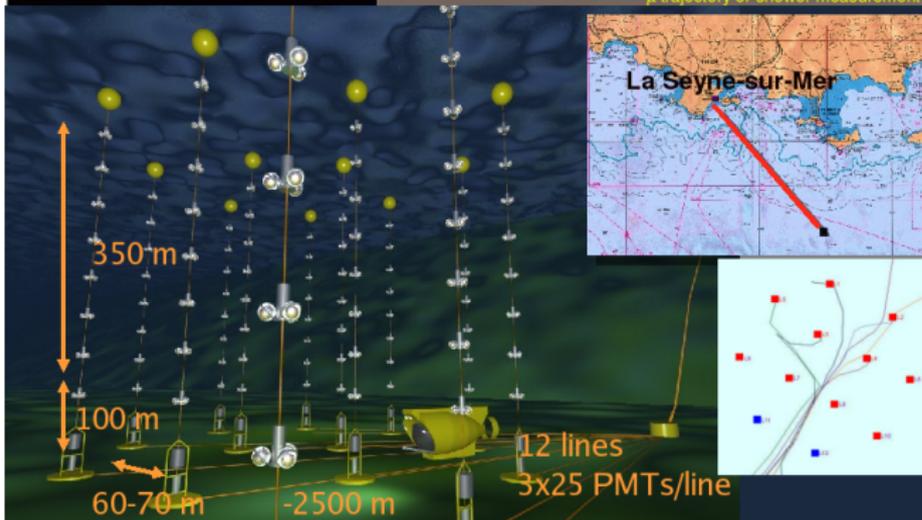
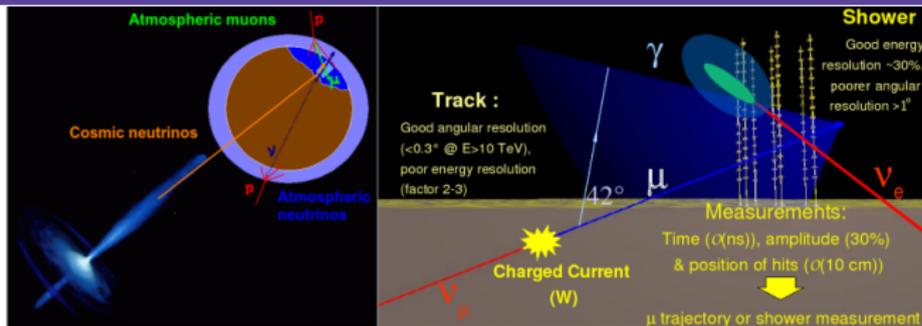
Fusion de 2 objets compacts



GRBs longs

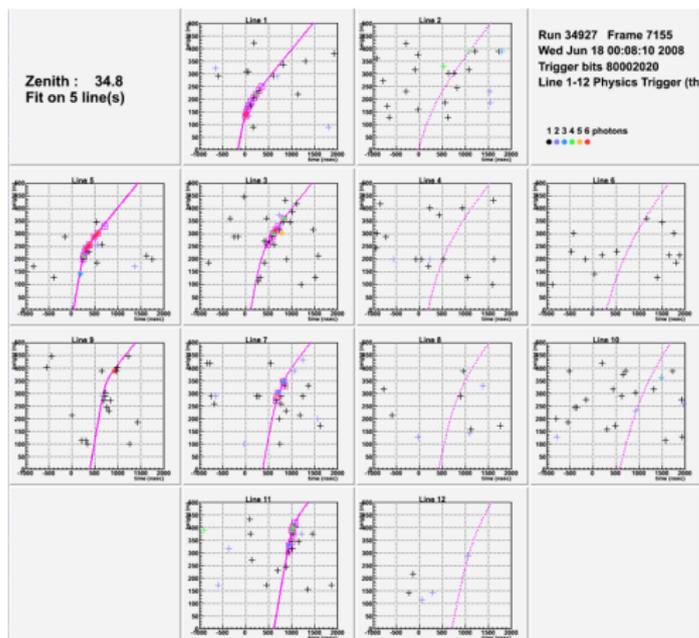
Effondrement d'étoiles massives

Principe de détection - ANTARES



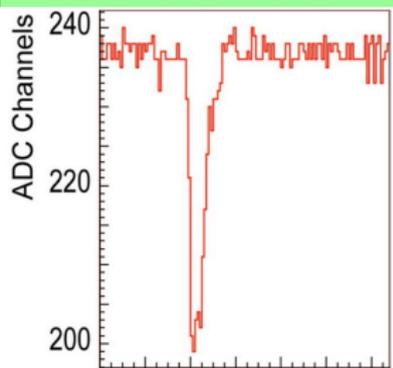
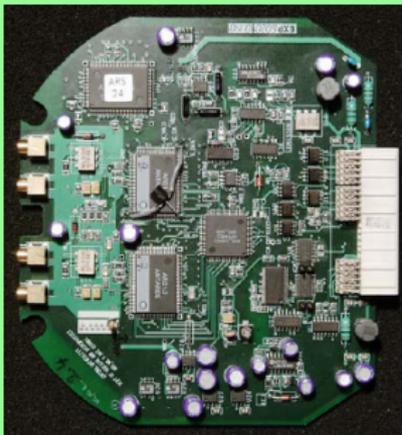
- **Mars 2006**
⇒ 1^{ère} Ligne
- **Janvier 2007**
⇒ Lignes 3-5
- **Depuis Mai 2008**
⇒ 12 Lignes

Un ν atmosphérique vu par ANTARES



En Bref . . . Activités « proches de l'instrument »

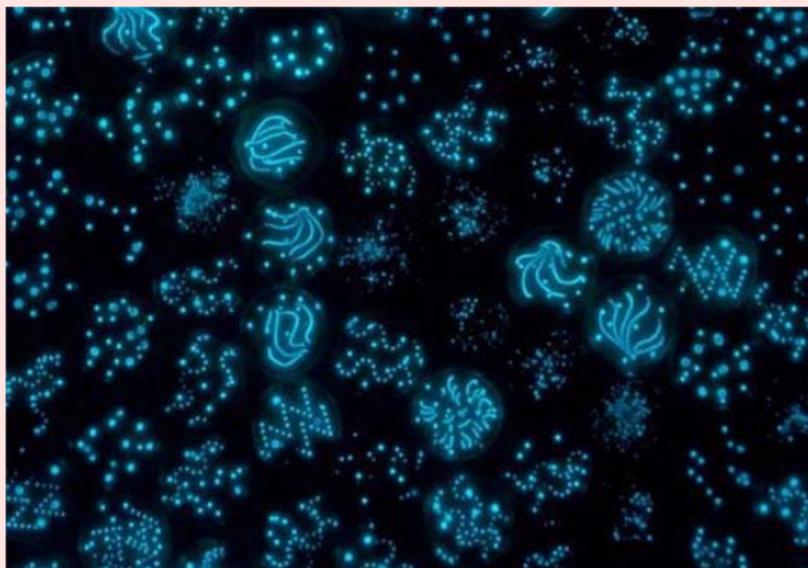
Electronique frontale : Carte mère ARS



- Caractérisation, production et suivi des **900 cartes** (2004-2008)
- « **Capitalisation** » après installation complète du détecteur (2006) :
 - Etalonnage en charge - via signal numérisé
 - Etalonnage en temps (*walk*) - **Thèse 2010**

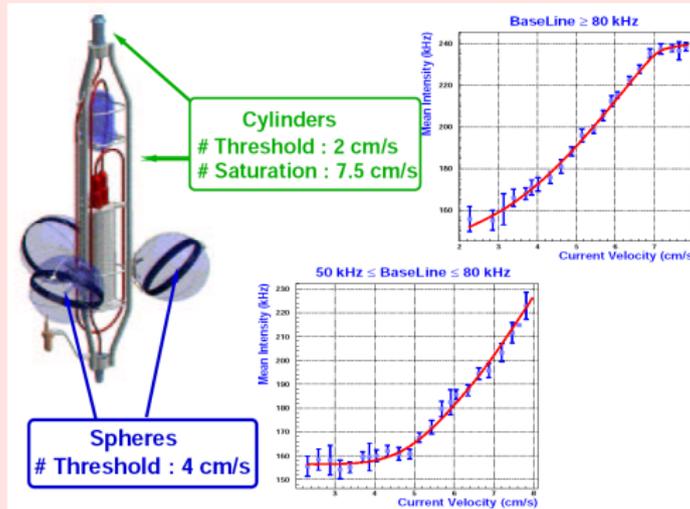
En Bref . . . Activités « proches de l'instrument »

Modélisation de la bioluminescence



En Bref . . . Activités « proches de l'instrument »

Modélisation de la bioluminescence

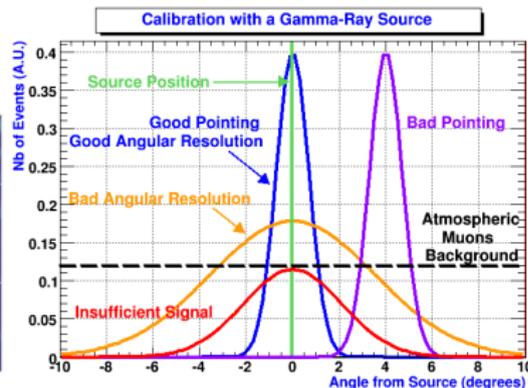
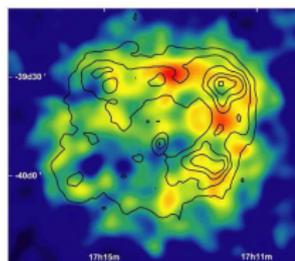
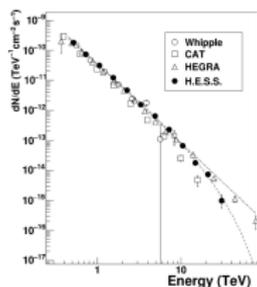


- Discussions avec mécaniciens des fluides, biologistes
- Cisaillement τ dépendant de la forme de la structure
- Population de plancton avec seuil d'excitation en τ
 \Rightarrow Prédiction Intensité lumineuse $\propto \text{erf}(v^2)$

En Bref . . . Des sources γ au TeV comme étalonnage

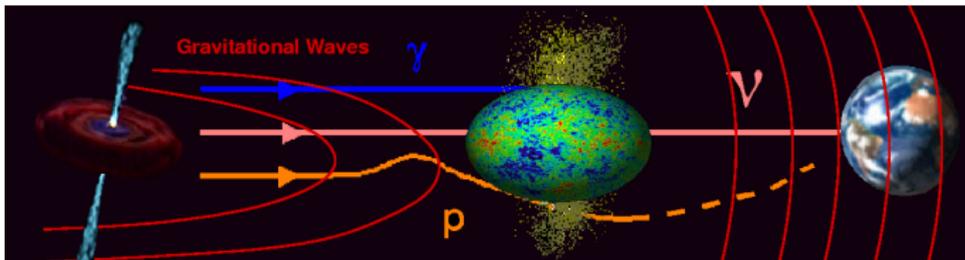
Des sources γ HESS pour étalonner le Télescope

- $\gamma_{\text{TeV}} + \text{atmosphère} \rightarrow \mu \text{ descendants}$ (photoproduction, production de paires, désintégration de quarks lourds)
- **Mesure du Pointé absolu** : vise-t'on la direction que l'on croit ?
- **Mesure de la Résolution angulaire** (\neq pointé)



Thèse 2010

Le Projet GWHEN



Ondes Gravitationnelles (GW)-Neutrinos Haute Energie (HEN)

- 1 - Détection coïncidente (temps+espace) **valide les détections**
- 3 - **Contraintes** sur la physique des sources
- 2 - **Physique Fondamentale**, e.g. Gravité Quantique

$$\Rightarrow |\Delta t_{\text{GW-HEN}}| \simeq 0.15 \text{ms} \left(\frac{d}{10 \text{ kpc}} \right) \left(\frac{E_{\nu}^{\text{HE}}}{1 \text{ TeV}} \right) \left(\frac{10^{19} \text{ GeV}}{E_{\text{QG}}} \right) \text{ pour } z \ll 1$$

- **2008 : proposition** à ANTARES et VIRGO/LIGO
- **Groupe de Travail GWHEN** : ANTARES, ICECUBE, VIRGO/LIGO
 \Rightarrow mené par IPHC

Détecteurs d'OG et ANTARES - le réseau VIRGO+LIGO



	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ANTARES	5L	0L	12L		12 Lines				ORCA/KM3	
Ice Cube	22s	40s	59s	79s	Ice Cube 86 strings					
LIGO	S5		S6		GEO Only				Advanced LIGO	
VIRGO	VSR1		VSR2	VS R3	+ GEO					Advanced VIRGO
	Completed Publication submitted		Analysis on-going		AstroWatch			Preparation of future analyses		

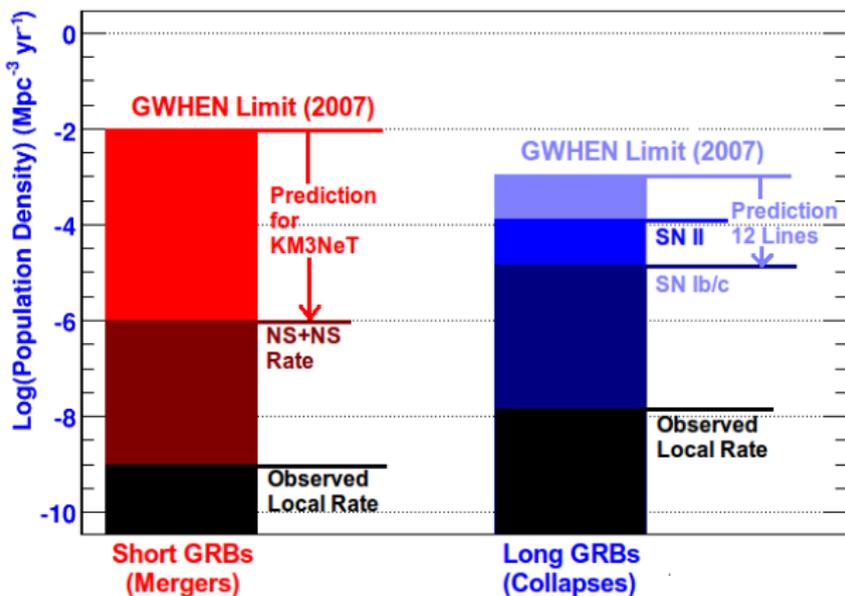
En Bref . . . GWHEN, la collaboration

GWHEN

- ANTARES : **Resp. : T.P.**
 - APC (Paris) : B. Baret, *B. Bouhou (PhD)*, A. Kouchner, V. Van Elewyck
- VIRGO : APC (Paris) **E. Chassande-Mottin (Contact)**
- LIGO :
 - Columbia U. (USA) : *I. Bartos*, **S. Márka (Contact)**, Z. Márka
 - Cardiff (UK) : P. Sutton, G. Jones
 - Potsdam (Germany) : I. Di Palma & M.-A. Papa
- IceCube : **C. Finley (OKC, Sweden)**

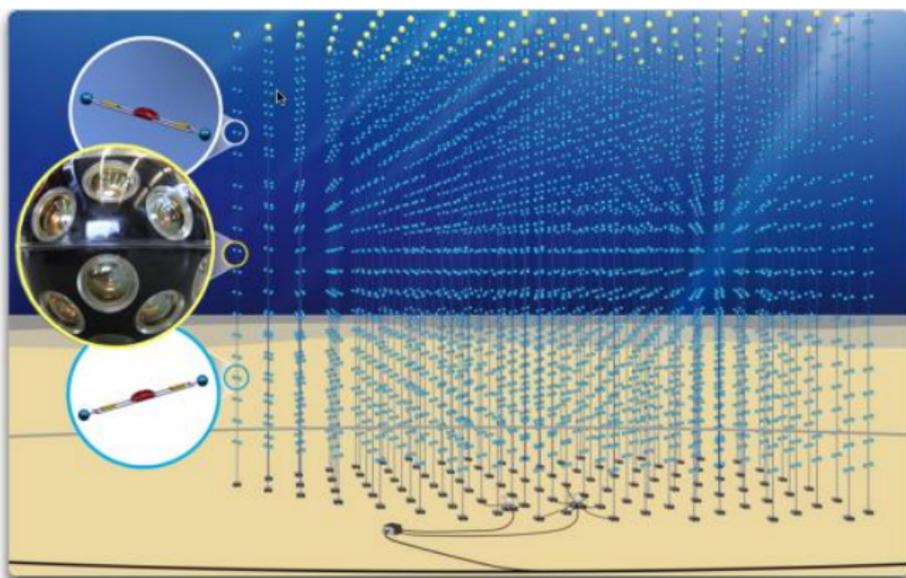
Première recherche GW+HEN

Results of the first GWHEN Search : 2007 data VSR1-S5 Virgo/LIGO + Antares 5 Lines



- 1^{ère} limite astrophysique sur densité de sources GW+HEN

KM3NET et ORCA



Un télescope de taille km^3

⇒ Début de construction vers 2015 ?

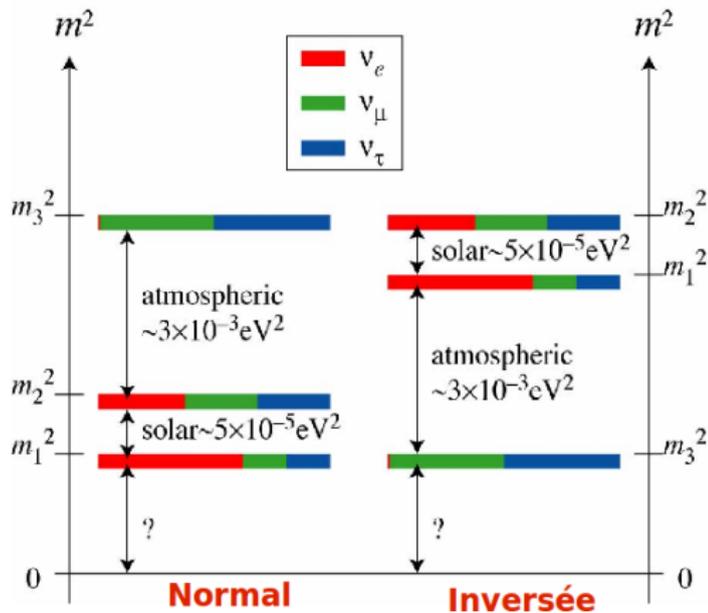
KM3NET et ORCA

KM3-Phase I :
 $E \sim 1 - 10 \text{ GeV}$

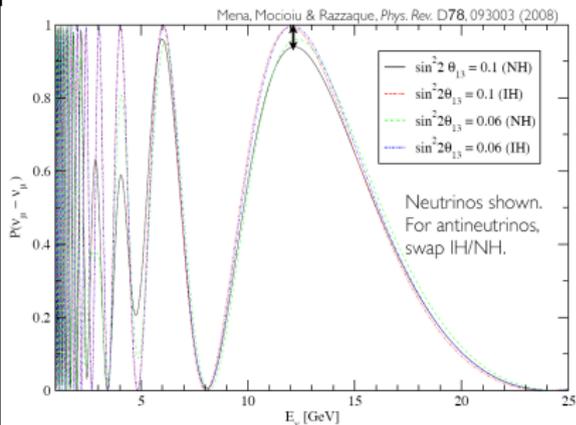
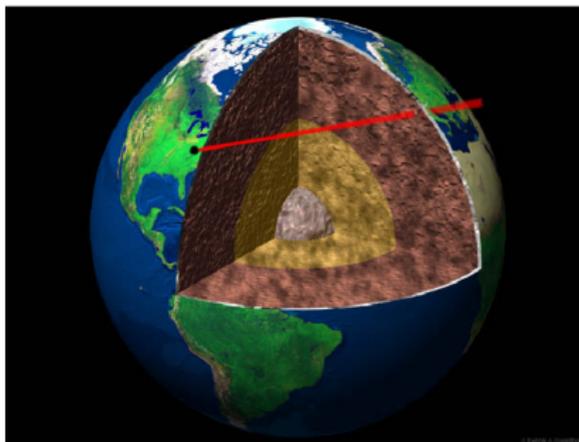


⇒ **Oscillations** de ν
 atmosphériques

⇒ **H hiérarchie de masse**



KM3NET et ORCA



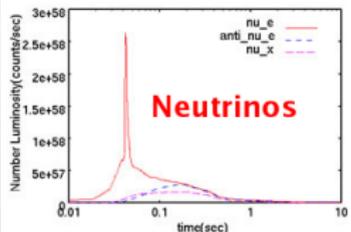
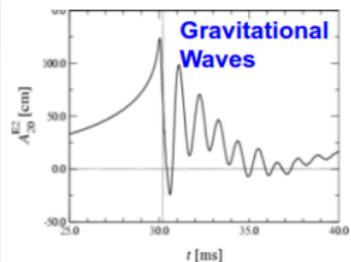
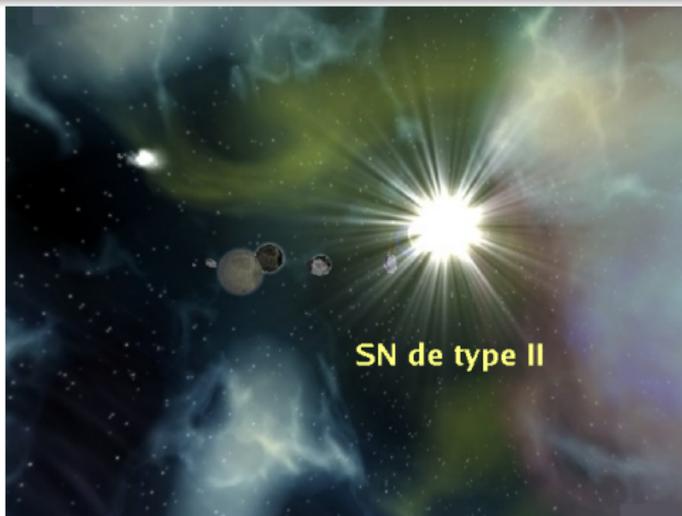
Nbre de ν atmosphériques détectés par saveurs dépend de :

- 1 - Profile de densité de la Terre
- 2 - Valeurs des angles de mélange (connus !)
- 3 - Hiérarchie de masse

KM3NET et ORCA

Sujet(s) de stage

- 1 - Utiliser ANTARES comme véto pour réduire le bruit de fond
 ⇒ **Améliorer la sensibilité/hierarchie de masse**
- 2 - Evaluer les performances pour neutrinos de SN II ($E \sim \text{MeV}$)
 ⇒ **Echelle de masse** par coïncidence avec ondes gravitationnelles



Pour toute question...

Contactez-moi !

- pradier@in2p3.fr - 03 88 10 66 20
- Bureau 210 - Bâtiment 21
- Option « **AstroParticules et Cosmologie, aspects expérimentaux** »

