

Département de Physique des Particules
Prospectives 2017-2027
Lundi 16 Octobre

Astronomie gamma et neutrino

Emmanuel, Fabian, Jean-François, Pierre, Bernard, Bertrand

Contexte

Etat actuel

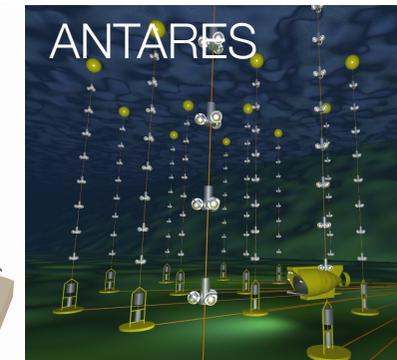
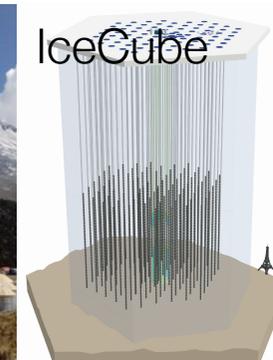
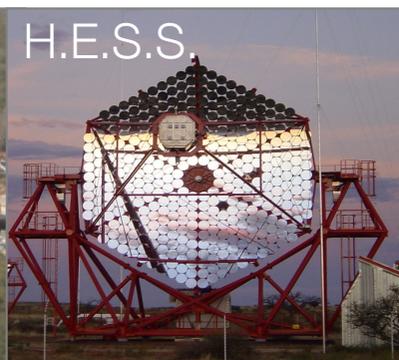
Futur (proche)

Les messagers gammas et neutrinos

Messagers cruciaux pour la physique des astroparticules:

- de nombreux résultats récents

- ✓ Nature de la matière noire : Centre Galactique et galaxies naines
- ✓ Recherche de particules de type axions: noyaux actifs de galaxies
- ✓ Origine du rayonnement cosmique
- ✓ Test de l'invariance de Lorentz: noyaux actifs de galaxies
- ✓ Etudes des phénomènes transitoires
- ✓ Etude multi-messenger
- ✓ Recherche de contreparties aux ondes gravitationnelles
- ✓ ...



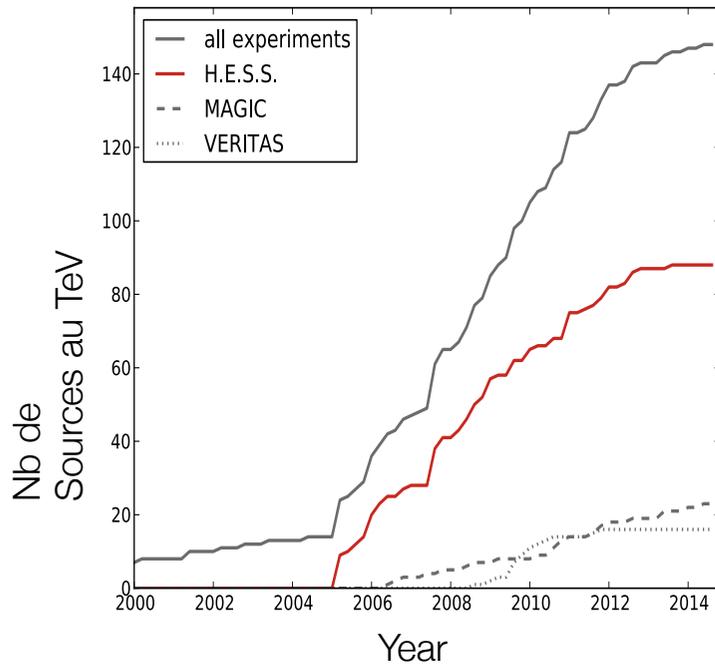
Quelques exemples récents

- > Rayonnement cosmique: découverte du premier accélérateur de particules au PeV ('PeVatron') dans la galaxie
- > Matière noire:
 - Contraintes sur les particules de type axions ultra-légers dans la plage
 - Contraintes fortes sur les WIMPs dans la plage en masse du TeV avec les observations du Centre Galactique
- > Une mesure de la lumière extragalactique en gamma
- > Détection d'un flux extragalactique diffus de neutrinos
- > L'astronomie multi-messenger commence maintenant !
suivi régulier a de nombreuses longueurs d'onde avec:
 - la détection de neutrinos de haute énergie par IceCube
 - la détection d'ondes gravitationnelles par LIGO/VIRGO

Astronomie gamma de très haute énergie



- > ~ 170 sources gamma détectées
- Chaque source correspond à un accélérateur cosmique jusqu'à des dizaines de TeV



- > De la découverte de sources aux mesures de précision et à la définition de 'key-science project'

Grand balayage du ciel, étude de populations, catalogues

Observations en champ profond de régions prioritaires

**Matière noire
Physique fondamentale**

H.E.S.S.

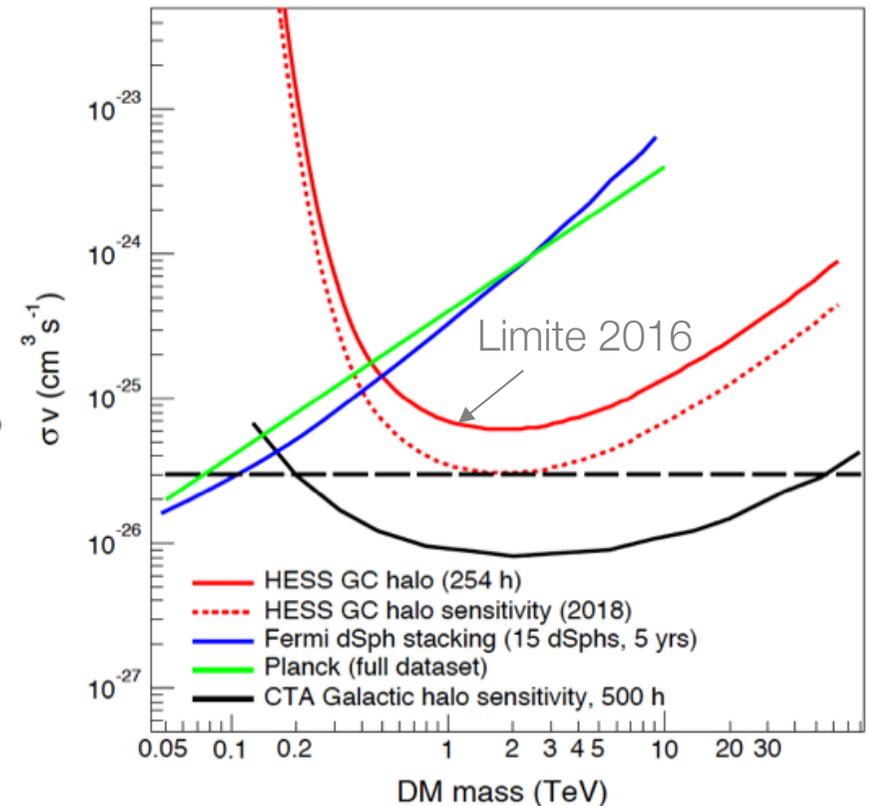


- En fonctionnement depuis 2003
- Le plus grand télescope Cherenkov au sol déployé en 2012
- Nouvelles caméras (équipées de puces Nectar) pour les 4 télescopes de 12m en fonctionnement depuis 2016

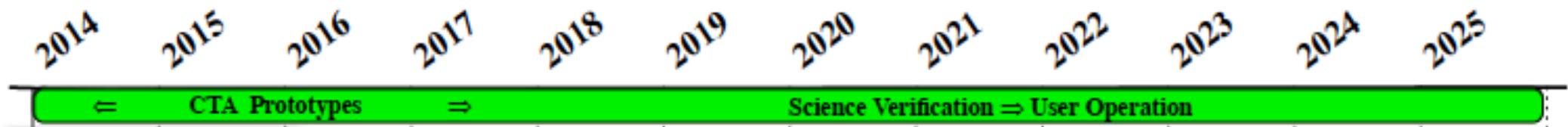
- En fonctionnement depuis 2003
- Le plus grand télescope Cherenkov au sol déployé en 2012
- Nouvelles caméras (équipées de puces Nectar) pour les 4 télescopes de 12m en fonctionnement depuis 2016

Futur:

- L'expérience est financée jusqu'à fin 2019
- Discussion en cours sur l'après 2019
 - Nouvelle collaboration, phase III ?
 - Nouveaux partenaires ?
 - ... ne pas arrêter jusqu'à ce que CTA Sud atteigne la sensibilité actuelle de H.E.S.S. ?
- Implication dans les thématiques du groupe: matière noire, axions, invariance de Lorentz, approche multi-messager, ...

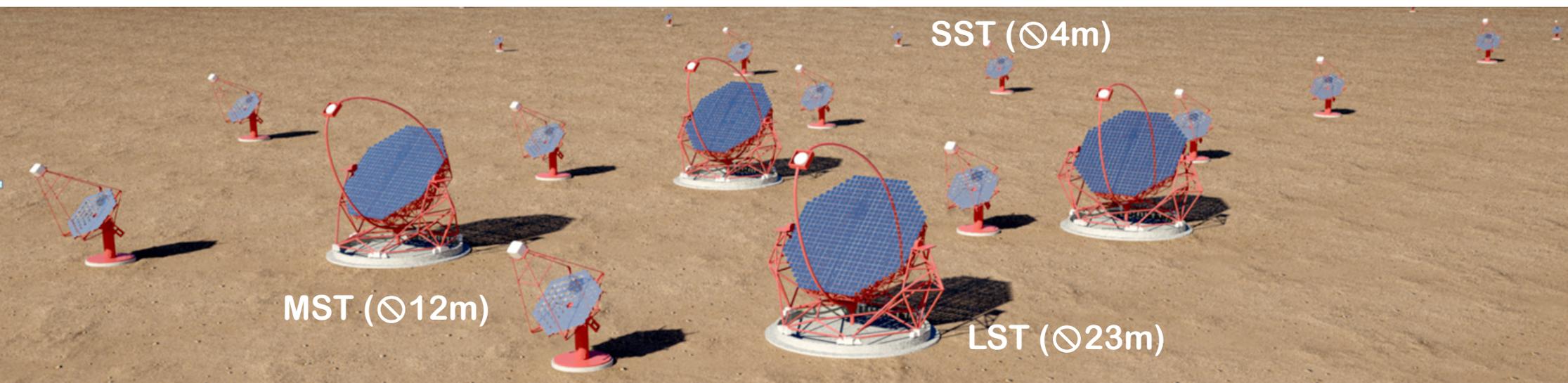


Futur: CTA

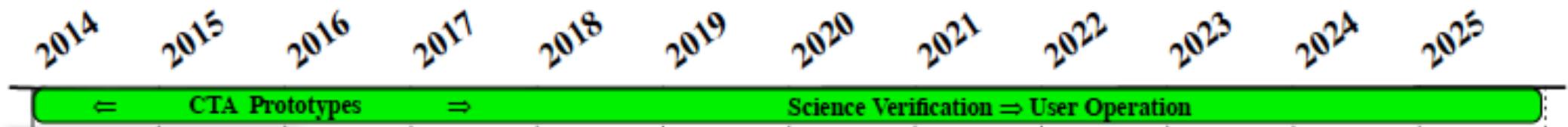


> Observatoire à 2 sites:

- Au nord: La Palma, Espagne :
 - 15 MSTs + 4 LSTs
 - ✓ Fondation du premier LST
 - ✓ Premier MST déployé courant 2019
- ESO, Chile : 25 MSTs + 70 SSTs
- Sensibilité x 10, champ de vue jusqu'à 10° ,
augmentation de la plage en énergie,
facteur 2 à 3 sur la résolution angulaire et en énergie



Futur: CTA



> Observatoire à 2 sites:

- Au nord: La Palma, Espagne :
 - 15 MSTs + 4 LSTs
 - ✓ Fondation du premier LST
 - ✓ Premier MST déployé courant 2019
- ESO, Chile : 25 MSTs + 70 SSTs

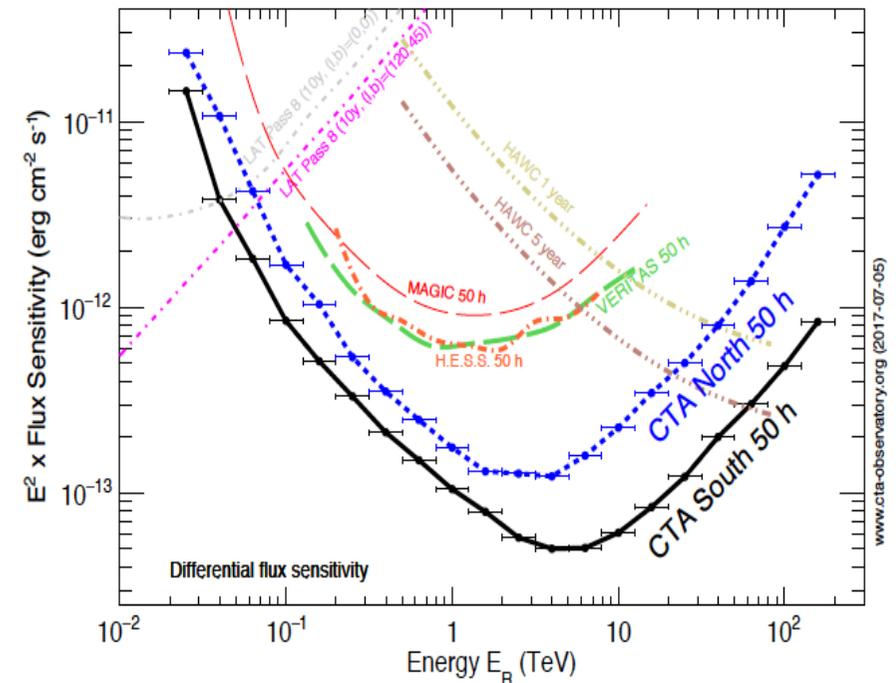
> “CTA Science case”:

arXiv:1709.07997v1, 23 Sept. 2017

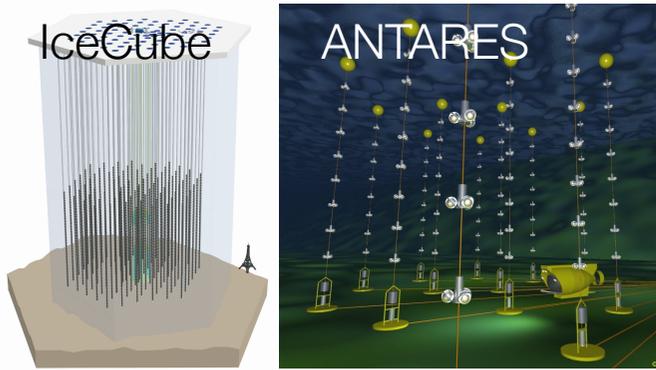
- Matière noire / physique fondamentale: un des trois grands thèmes de CTA
- Temps propriétaire pour les ‘Key Science Projects’

> **Implication forte dans la construction de CTA avec le DEDIP**

- Caméras NectarCAM pour MST
- Miroirs pour MST

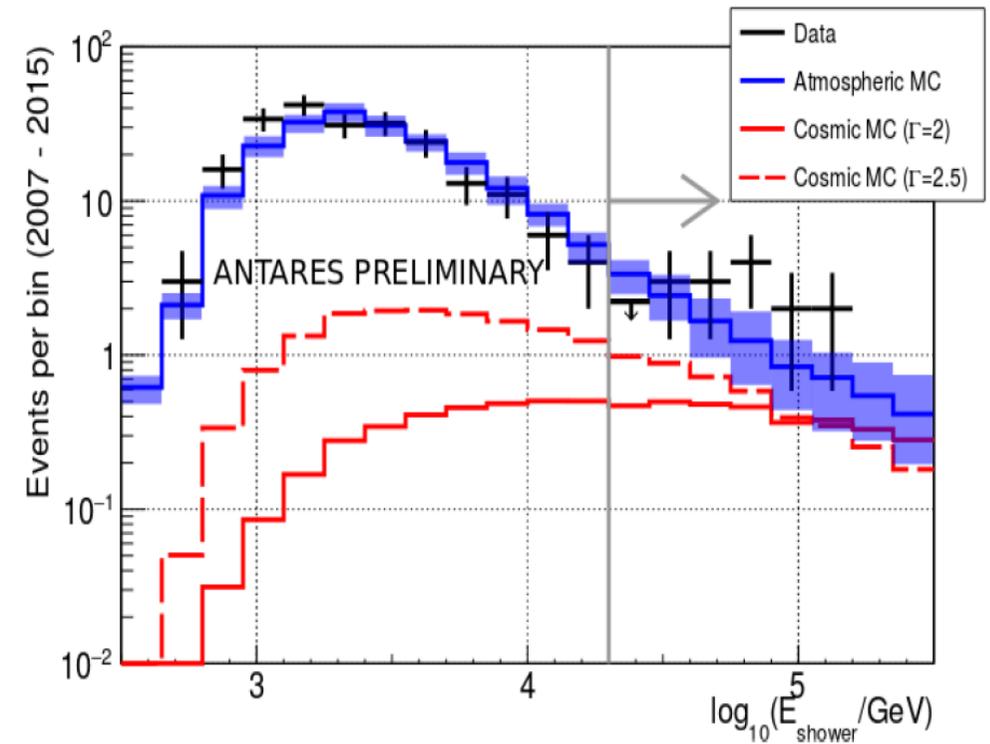
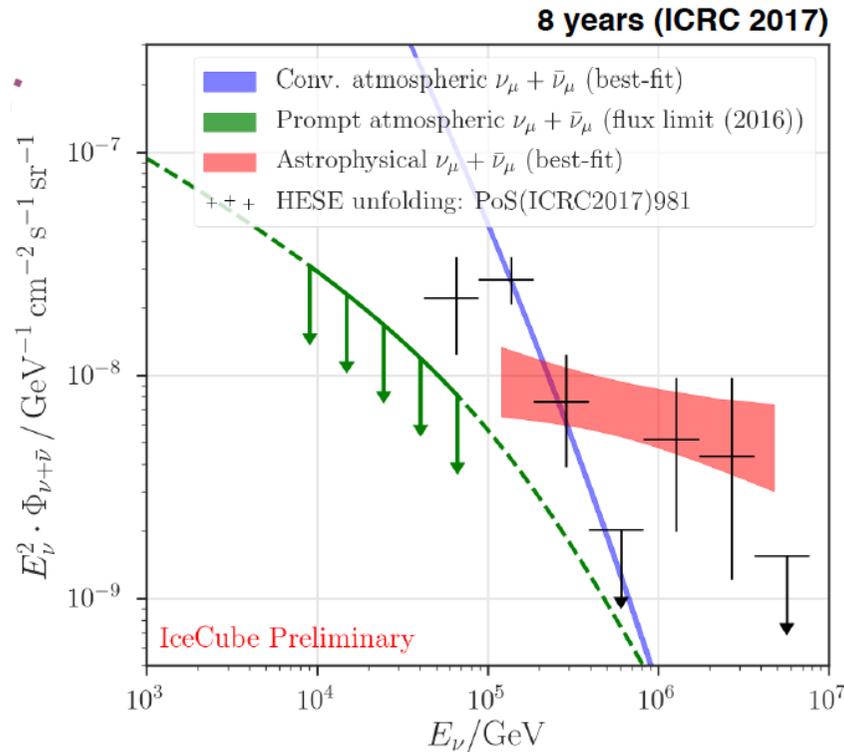


Astronomie neutrino de haute énergie



Démarrage récent avec la découverte d'un flux de neutrinos par IceCube en 2013

- Pas de sources ponctuelles
- Détection d'un flux diffus

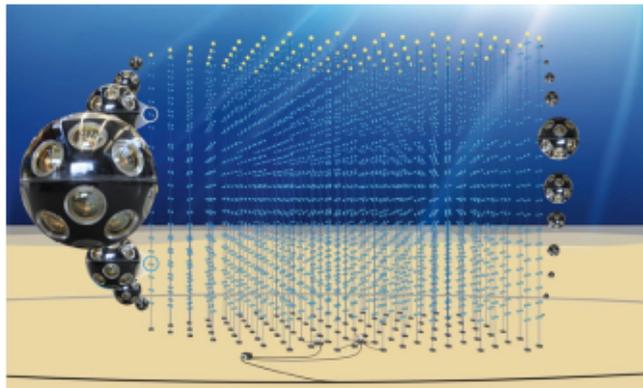


Complémentaire aux recherches en gamma:

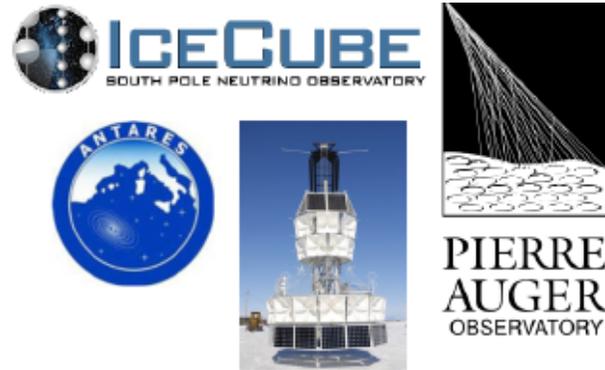
- permet de regarder au-delà de l'horizon gamma

Projets futurs (1)

complementarity,
sensitivity to
neutrino sources
“precision frontier”

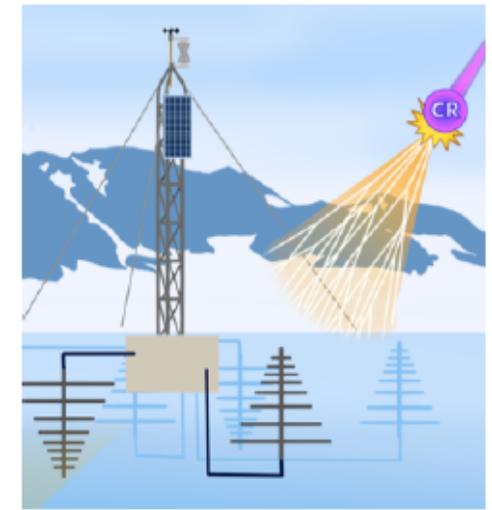


KM3NeT, GVD



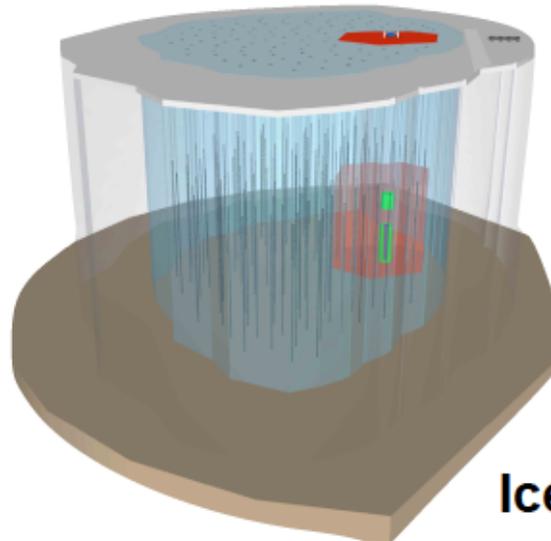
Present neutrino detectors

sensitivity at EeV
and beyond
“energy frontier”



**ARA, ARIANNA,
EVA, GRAND**

sensitivity at
PeV energies
“intensity frontier”



IceCube-Gen2

* Physique des oscillations et hiérarchie de masse avec ORCA et PINGU voir présentation de Sandrine

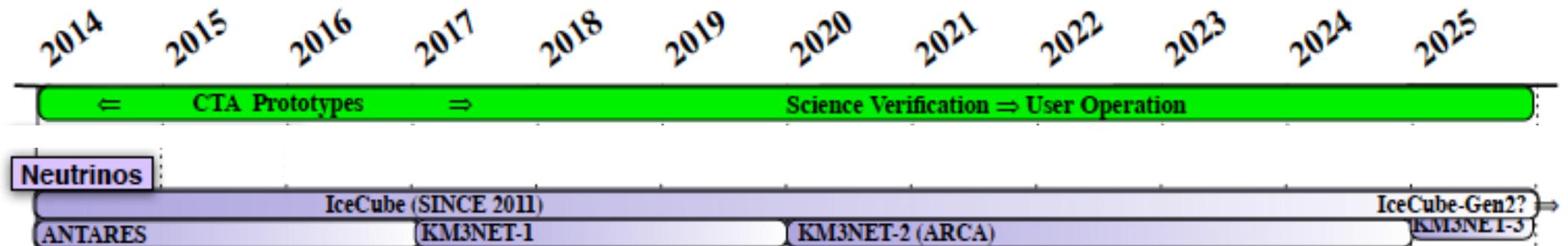
Projets futurs (2)

- KM3NeT : 2 sous réseaux avec la même technologie (LoI KM3NeT 2.0)
 - ORCA: 1 réseau dense
Deux premières lignes déployées: une en fonctionnement depuis 2015
 - ARCA: 2 réseaux, Italie (2022), Grèce
- Icecube-Gen2*
 - High-Energy Array
 - Surface air shower detector, sub-surface radio detector
 - PINGU

Démonstrateur avec de nouvelles technologies: photo-senseurs, modèles optiques, systèmes d'étalonnage,...

*T0 n'est pas connu, dépend de la disponibilité du financement

- Phase 1 se concentre sur la physique des oscillations
- Réseau haute énergie pour la détection de sources astrophysiques



Synthèse et acteurs

- **Les membres sont essentiellement impliqués dans l'astro gamma**
 - Analyse de physique des astroparticules dans H.E.S.S.
 - Construction de CTA : miroirs, caméras (banc de tests, étalonnage,...)
 - Fort lien avec le DEDIP
 - Implication dans la définition du potentiel de physique de CTA
- **Acteurs:** ~ 5-6 personnes, diminution prévisible
 - Matière noire, axions, invariance de Lorentz, ...
 - Approche multi-messager avec les suivis neutrinos Icecube et ondes gravitationnelles
- **H.E.S.S. en fonctionnement jusqu'en 2019, prolongement possible**
- **Discussions sur le projet « HAWC Sud »**
- **Forte implication dans CTA, démarrage 2022 ?**