

ANTARES

Astronomy with a Neutrino Telescope and Abyss environmental RESearch

DETECTION OF HIGH ENERGY COSMIC NEUTRINOS
PERMANENT OBSERVATORY FOR SEA SCIENCE AND GEOPHYSICS

Physiciens HEP

CPPM

DAPNIA

NIKHEF

IFIC-VALENCIA

IHEP MOSCOU

Univ. BIRMINGHAM

Univ. MULHOUSE

Univ. OXFORD

Univ. SHEFFIELD

Océanologues et Ingénierie marine

COM

IFREMER

Astronomes et Astrophysiciens

DAPNIA

IGRAP

ANTARES en une page

■ Connaissance de l'environnement et maîtrise technologique démontrées

- ◆ Longueur d'atténuation de l'eau in situ ~ 40m
- ◆ Bioluminescence ~ 5% de temps mort
- ◆ Biosalissures et sédimentation < 2% / an
- ◆ Mesure de position ~ 10cm
- ◆ Connexions sous-marine maîtrise prouvée
- ◆ Déploiement de lignes maîtrise prouvée

■ Déploiement d'un prototype en vraie grandeur : mai 1999

- ◆ Incorporant des modules optiques
- ◆ Connectée à la côte par un câble électro-optique.

■ Détecteur de 0.1 km² : proposition soumise en avril 1999

- ◆ Astronomie et oscillations de neutrinos atmosphériques
- ◆ Renforcer la collaboration et le financement
- ◆ Déployer 13 lignes (dont 4 de densité double en MO) soit 1000 MO
 - 7 lignes déployées en 2002
 - 5 autres déployées en 2003

Phase I : Démonstration de la faisabilité \leq 1999

Construire et déployer un démonstrateur extrapolable:

■ Une ligne de 32 modules optiques, assemblée en juin 98.

- ◆ Avril 98: déploiement de 40 km de câble électro-optique (4 fibres) entre la Seyne sur mer et le site ANTARES.
- ◆ Tests mécaniques et de déploiement en été 98:



ça marche!

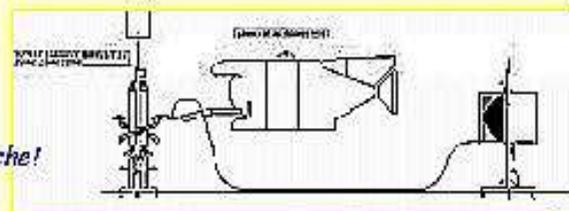


■ Tests de connexions sous marines:

- ◆ par le Nautile de l'IFREMER fin 1998



ça marche!



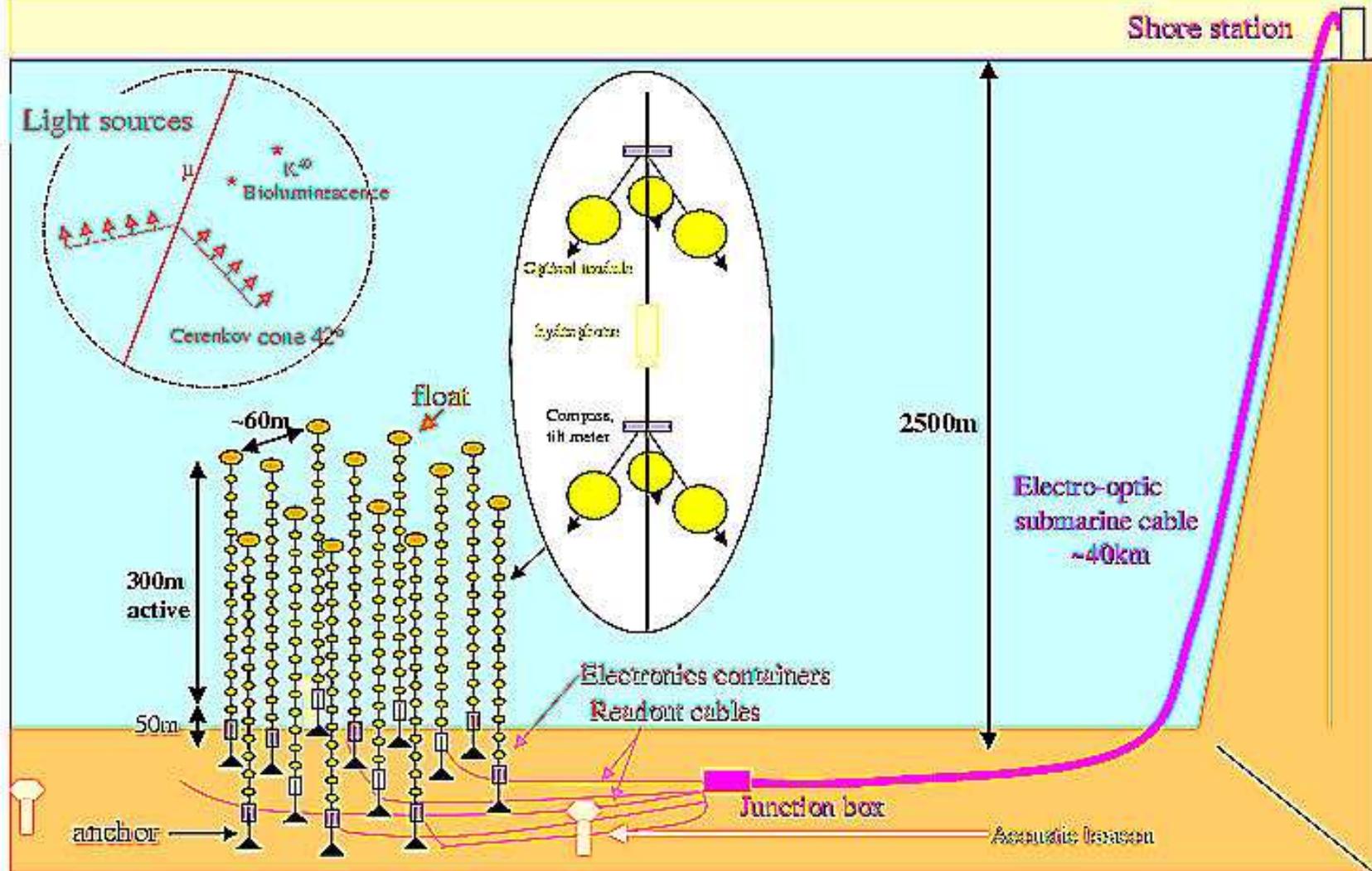
◆ En préparation :

- ◆ Avril 99 : connexion avec câble e-o et mesure de signaux de 8 PM depuis la côte, lecture analogique. Tests de positionnement acoustique.

■ En parallèle, définition des lignes du 1/10 km²

- ◆ gros travail d'étude pour :
- meilleure modularité, moins de connecteurs, de câbles,
- optimisation des coûts,
- électronique numérique,
- déploiement similaire, éventuellement simplifié
- connexion par sous-marin et immersion en 1999.

Antares Schematic



Simulations

■ Simuler pour:

- ◆ optimiser la géométrie du détecteur
- ◆ comprendre les bruits de fond
- ◆ optimiser les triggers et la reconstruction

■ Problèmes spécifiques:

- ① Energie : interactions et tracking de muons et de gerbes $> \text{TeV-PeV}$
 - ↳ contribution : physique HE corrigée dans GEANT 3.21 \Rightarrow incorporé dans GEANT 4
- ② Dimensions : détecteur kilométrique, très faible densité des parties actives
 - ↳ onde de lumière Tcherenkov paramétrisée
- ③ Taux de réjection de certains bruits de fond $\gg 10^7$
 - ↳ par ex: 1 mois de prod pour quelques "heures" de prise de donnée.
- ④ Temps de calcul : à cause de ①, ② et ③
 - ↳ paramétrisation de la lumière des gerbes EM et hadroniques,



Gros besoins en calcul
~ 15% de basta

Triggers et taux de données

■ Déclenchements "offshore":

- ◆ Niveau 0 : $PM \geq 1$ pe > 60kHz
- ◆ Niveau 1 : coïncidences entre PM voisins à 20ns 430 Hz / groupe de 3 PM
- ◆ Niveau 2 : ≥ 2 niveaux 1 par ligne ou 360 Hz pour le réseau
 ≥ 3 niveaux 1 sur le réseau 2600 Hz pour le réseau

⇒ ~ 3 kHz requête de lecture du réseau complet,
numérisation et transfert de toutes données dans la fenêtre de
temps (1.5 μ s) ⇒ environ 500 à 1000 Mbit/s

■ Module optique digital :

- ◆ Analogue Ring Sampler (ARS): ASIC pour l'échantillonnage 300MHz - 1.5GHz par mémoire analogique, et la numérisation sur requête de lecture.

■ Transfert des données :

- ◆ protocole propriétaire et Ethernet 100Mbit/s, une fibre par ligne
- ◆ ~ 1Gbit/s (sature la liaison 40km de fibre sans multiplexage en longueur d'onde)

■ Distribution d'horloge pour l'étiquetage en temps:

- ◆ Horloge centrale (GPS) et horloges secondaires 20MHz + vernier en temps de l'ARS

Traitement online (et onshore)

■ Assemblage d'événement, filtrage de reconstruction "onshore" : Niveau 3

- ◆ Assemblage des informations étiquetées par "time stamps"
 - ◆ Trigger offline et filtrage
 - ◆ Reconstruction en ligne
 - ◆ Sauvegarde sur DLT : maximum 60 TB/an
- } Réduction 1/50

■ Données des Modules Optiques, Calibration, Positionnement : un flot asynchrone

- ◆ > 1 Gbit/s dans le désordre provenant via le câble
- ◆ time stamp pour seul critère de tri dans > 1ms de profondeur

■ Simulation complète des données asynchrones du câble

- ◆ Assemblage, filtrage, trigger offline et reconstruction
- ◆ mais pas encore de benchmarks...

■ Benchmarks proposés:

- ◆ PC linux en réseau
- ◆ PowerPC/ VME ...

Même problématique que pour LHC
avec un facteur d'échelle < 1/10

Organisation des données

■ Histoire d'une marche arrière....

- ◆ 1997, début du développement de software pour ANTARES.
- ◆ Volonté dès le départ d'adopter l'OO, bien adapté entre autre au traitement du flot de données morcelées et asynchrones:
 - ✦ C++, STL, Utilisation intensive de "lists", Naglib C pour certains fits
- ◆ Structure des données et des outils prêts pour l'utilisation de base de données OO:
Objectivity ?
- ◆ Données de simulation assez peu nombreuses
⇒ en attendant on stock sur disque, dans une multitude de fichiers, pas de I/O library ...



- ◆ Gestion impossible, transportabilité délicate, utilisation des bandes et du stage malcommode:
 - ◆ 1999, on fait marche arrière :
 - ✦ Définition d'un format unique
 - ✦ fichiers ascii, format ligne type *chsig: chdette*
 - ✦ On garde toutes les données dans le même stream
- mais on reste prêt pour les objets persistant et les bases OO