

Futurs projets au Département de physique nucléaire et corpusculaire



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Martin Pohl

Grandes axes de la recherche au DPNC

Identifié par notre road-map 2004-2018 (en accord avec le road-map du CHIPP):

- **Collisions à très hautes énergies:**

Orientation 'traditionnelle' du DPNC

L3@LEP → CDF@FermiLab → ATLAS@LHC → LC

- **Etude des neutrinos:**

nouvelle direction pour le DPNC, non pas pour ses profs;

HARP@CERN → K2K@Japon → T2K@Japon → NuFact

- **Astroparticules:**

nouvelle direction pour le DPNC, y inclus ses profs

L3+C → AMS-01 → AMS-02 → ?

- Pourquoi suis-je d'accord avec le choix de ces grandes axes ?
- Quel sont les contributions du DPNC, actuels et à moyen terme ?
- Extrapolation audacieuse et subjective au long terme ?

Quelques problèmes brûlants de la physique des particules

Mon hit-parade personnel, 100% subjectif:

- **Génération de masses**, pour bosons de jauge et fermions \leftrightarrow brisure de $SU(3) \times U(1)$. Echelle électrofaible, couvert par **collisionneurs**.
- **Ségrégation fermions (matière) – bosons (forces)** \leftrightarrow brisure des SUSY. Dépendant de l'échelle: **collisionneurs** (sparticules) et/ou **astroparticules** (matière noire).
- **Distinction entre particules – antiparticules** \leftrightarrow brisure de CP.

Archi-important: réversibilité, entropie, transition micro-macro.

Diagnostic: **astroparticules** et accélérateurs.

Thérapie: phase CKM (quarks); **phase MNS (leptons, neutrinos)** \rightarrow leptogénèse?

- **Gravitation quantique** \leftrightarrow brisure de la symétrie de Lorentz? Ondes gravitationnelles, constance de c etc. sur terre et **dans l'espace**.

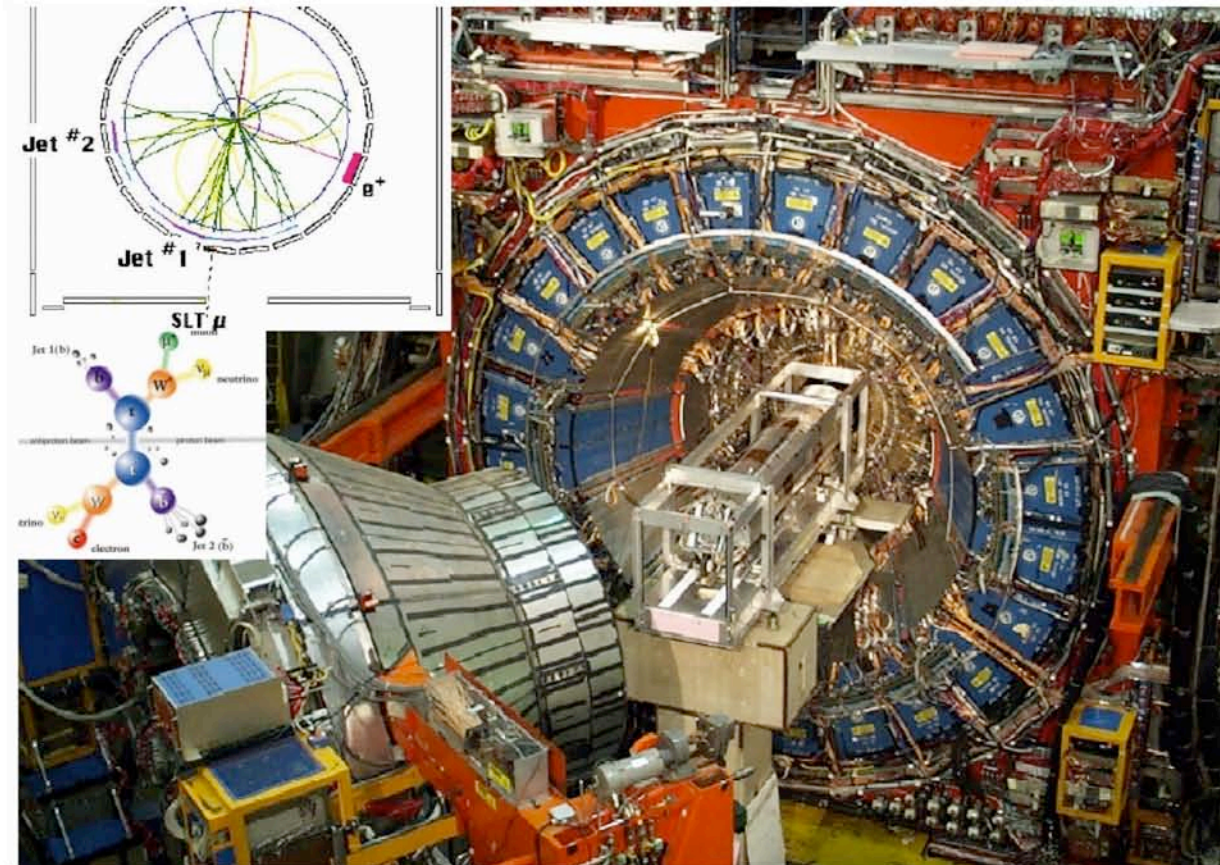
Plus mes questions préférées apportées par la cosmologie et l'astrophysique:

- Energie sombre: y a-t-il un champ qui se cache derrière?
- Inflation: quel champ est responsable de l'expansion supra-lumineuse?
- Matière noire: quel est le champ (neutre, fermionique, non-baryonique) qui s'accumule autour des galaxies?

Collisions à très hautes énergies: présent

CDF au Tevatron (FermiLab, USA):

$p\bar{p}$, $\sqrt{s} = 1.96$ TeV

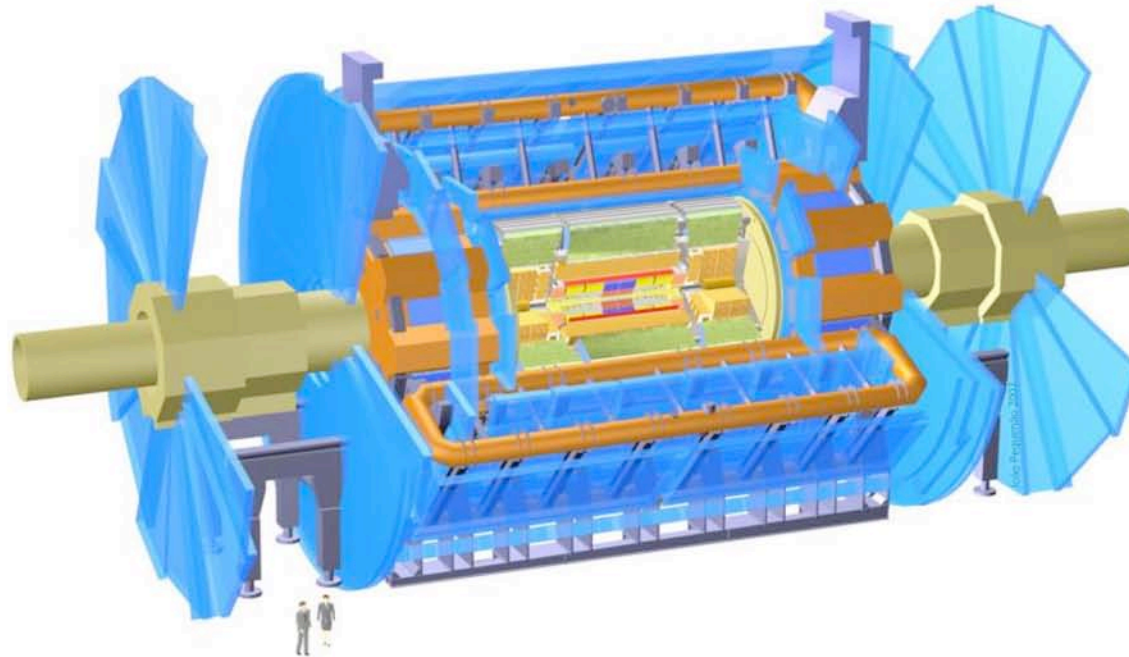


- Découverte du quark t; production et désintégration de b et t
- Recherche de nouveaux phénomènes (SUSY, dimensions additionnelles)
- Recherche du Higgs, découverte peu probable

Collisions à très hautes énergies: future moyen terme

ATLAS au LHC (CERN):

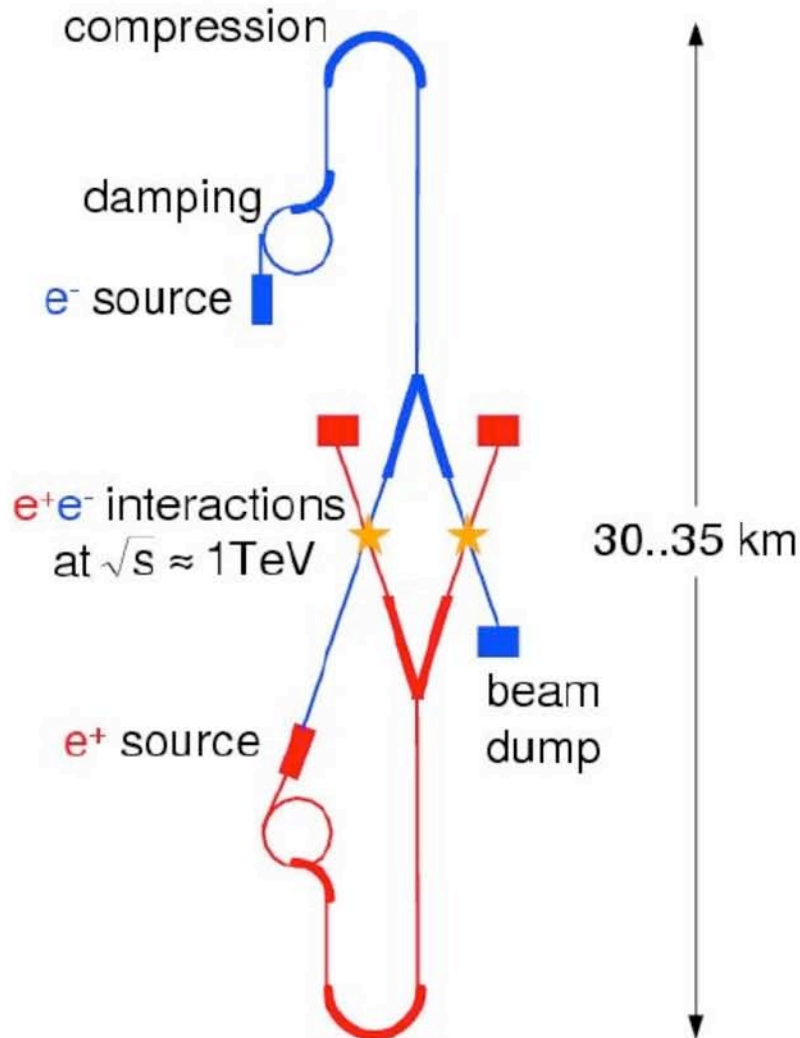
$pp, \sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$



- Mise en marche en 2007, en service pour une dizaine d'années
- Higgs (ou autre mécanisme de brisure de symétrie électrofaible), découverte probable
- supersymétrie (entre forces et matière) prédit dédoublement des particules, quelques-unes avec des masses accessibles
- Tout autre phénomène nouveau, le plus inattendu possible
- Tous des groupes du DPNC participent à cette expérience

Collisions à très hautes énergies: future longue terme

Upgrade LHC: décision vers 2015, participation du DPNC dépendra du bénéfice scientifique.



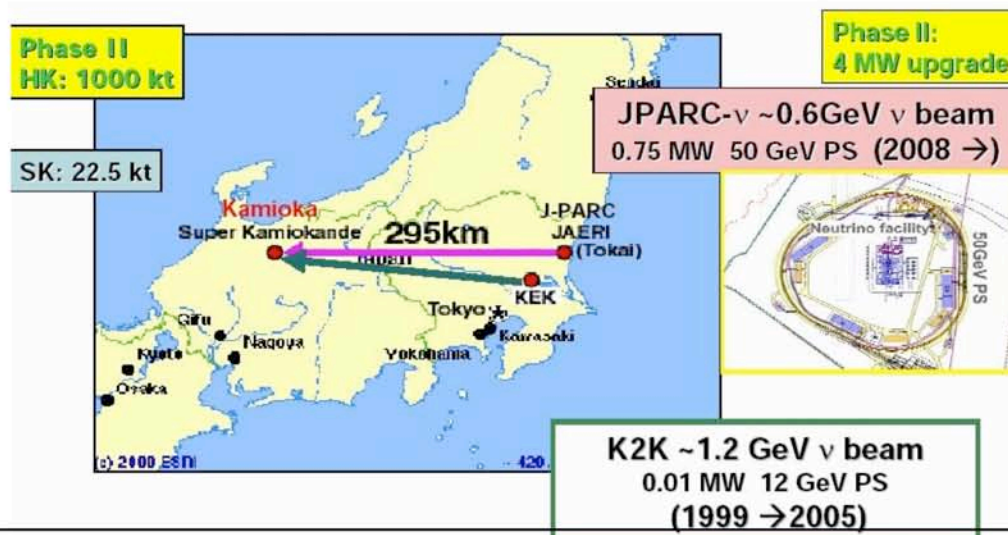
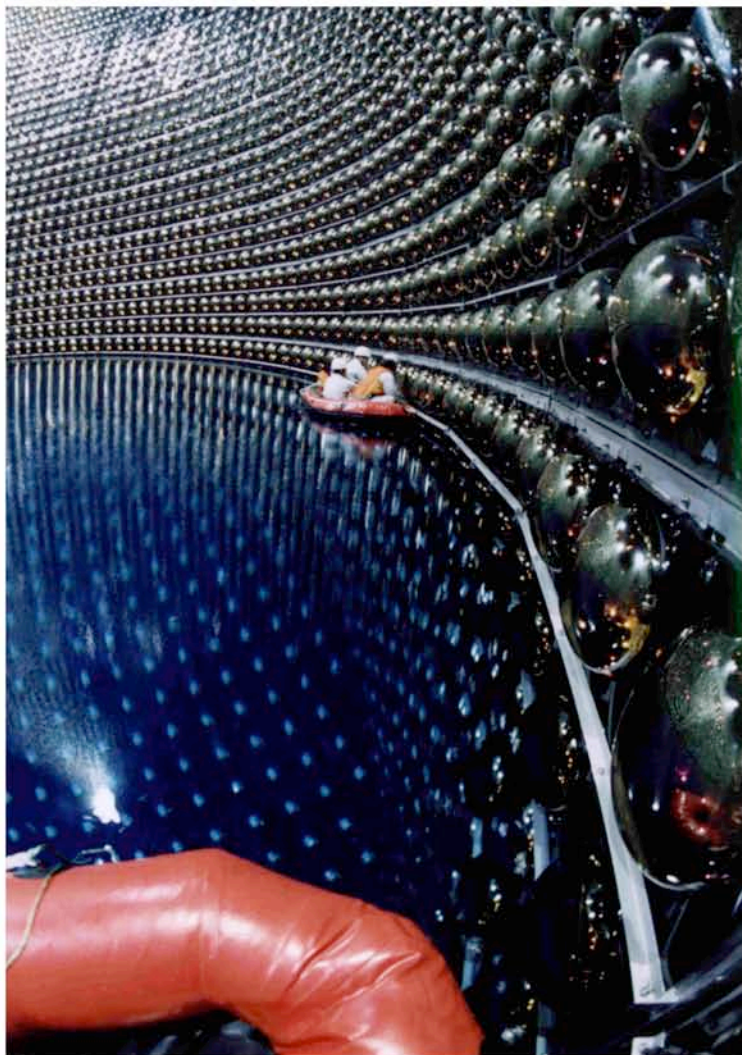
- Consensus mondial: **collisionneur linéaire** électron-positron, $2m_t \leq \sqrt{s} \leq 1 \text{ TeV}$ doit compléter LHC
- International Technology Recommendation Panel recommande technologie supraconductive en 2004
- Plusieurs sites candidats aux USA, au Japon et en Europe, sélection en 2008
- Etude mondiale pour physique et détecteur
- Participation Martin Pohl (bas niveau)

Etude des neutrinos: présent

K2K (KEK Tsukuba → Kamioka, Japon):

$$E_\nu \simeq 1 \text{ GeV}$$

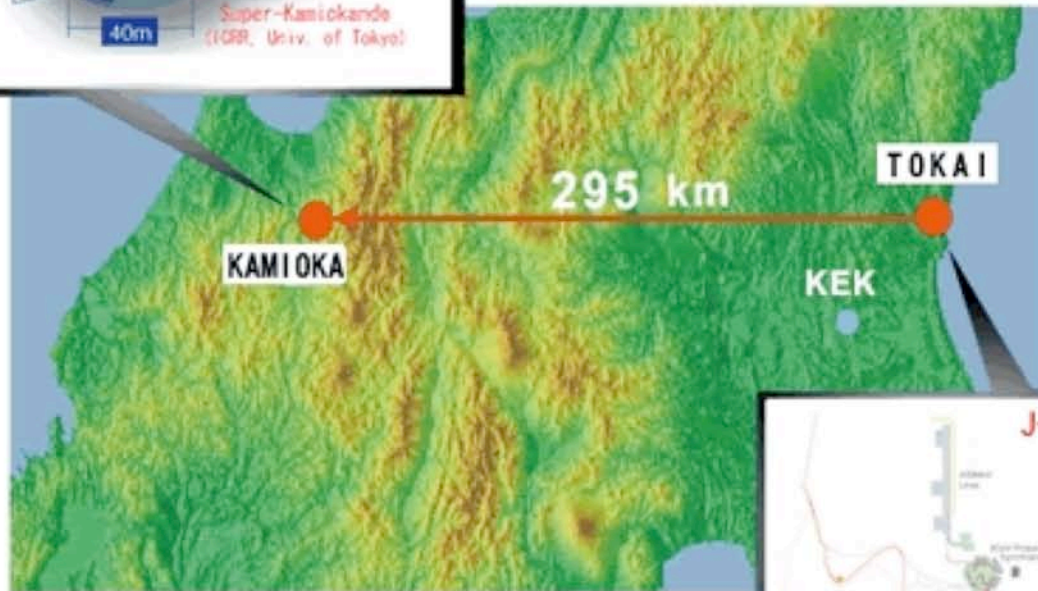
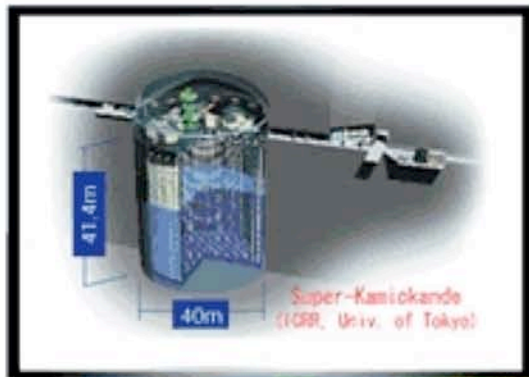
- Oscillations $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau \rightarrow \nu_\mu$, observées avec neutrinos 'atmosphériques'
- Sous conditions favorables: découverte de violation CP leptonique
- Meilleure connaissance du spectre des neutrinos par HARP
- Prise données jusqu'en 2005, analyse jusqu'en 2007
- Groupe d'Alain Blondel au DPNC



Etude des neutrinos: future moyen terme

T2K (JPARC Tokai → Kamioka, Japon):

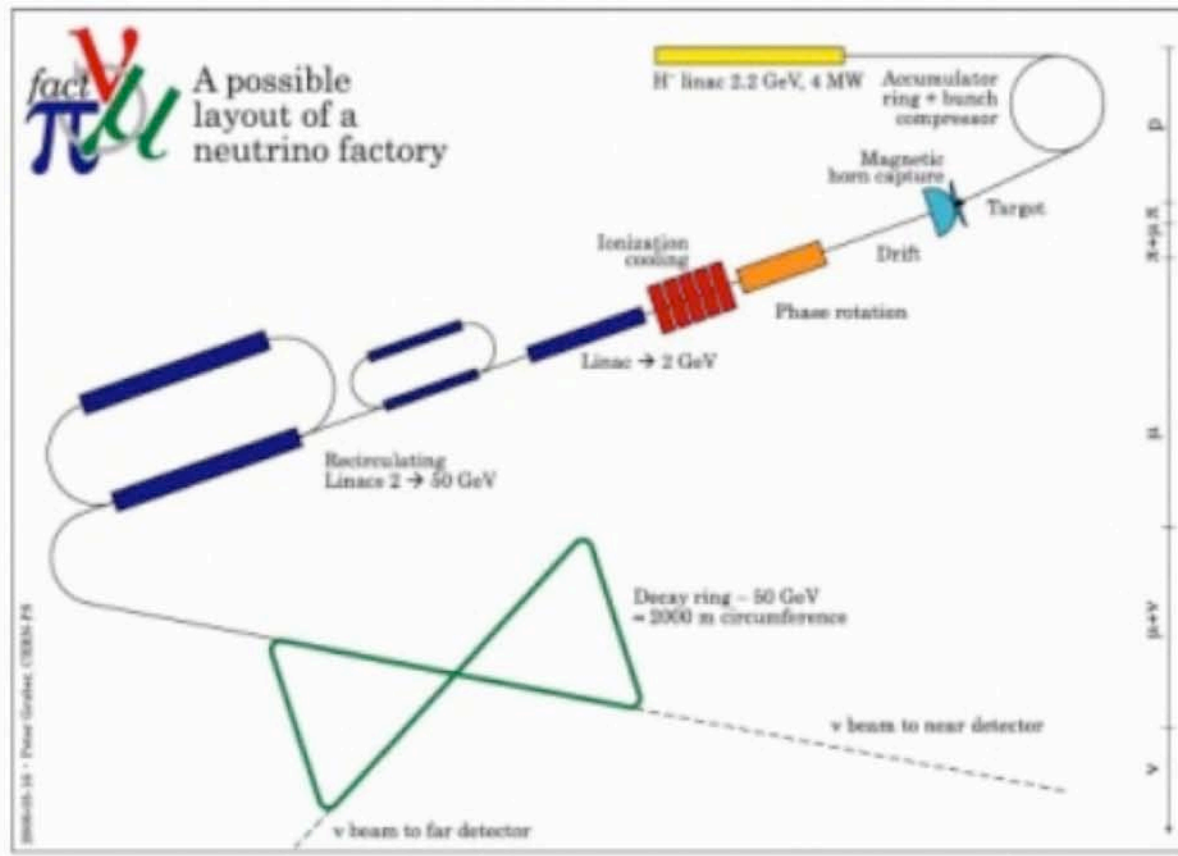
$$E_\nu \simeq 600 \text{ MeV}$$



- Même détecteur que K2K
- Faisceau de haute intensité à partir de 2009
- Mesure de l'angle de mélange
- Contribution envisagé au détecteur proche de la source
- Groupe d'Alain Blondel au DPNC

Etude des neutrinos: future longue terme

Usine à neutrinos de haute intensité:



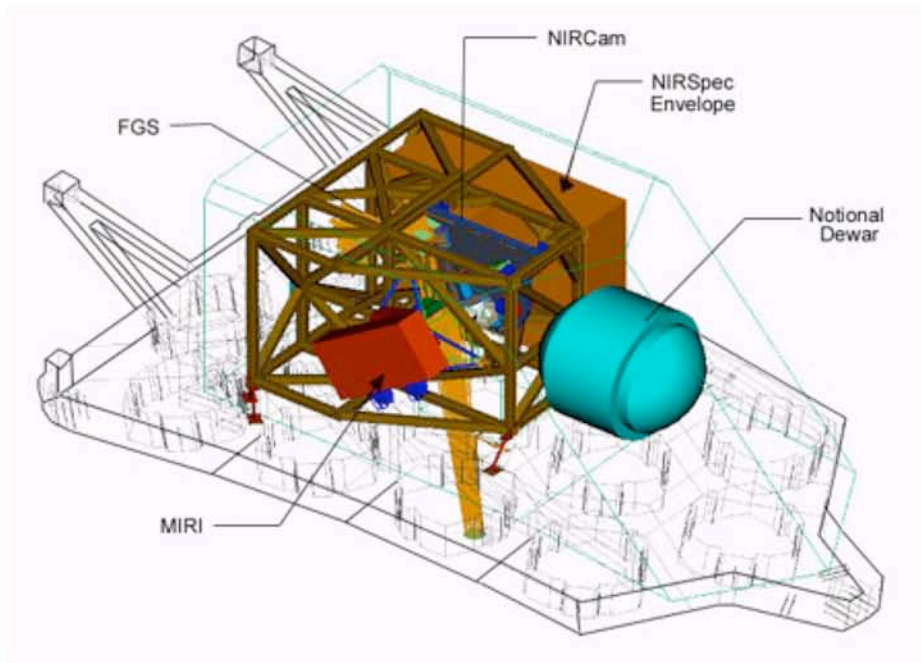
- Proposition CERN pour un faisceau proton primaire de haute intensité
- Proposition pour étude de 'refroidissement' du faisceau intermédiaire de muons (Muon Ionisation Cooling Experiment)
- Spokes-mouse: Alain Blondel

Astroparticules: présent et moyen terme



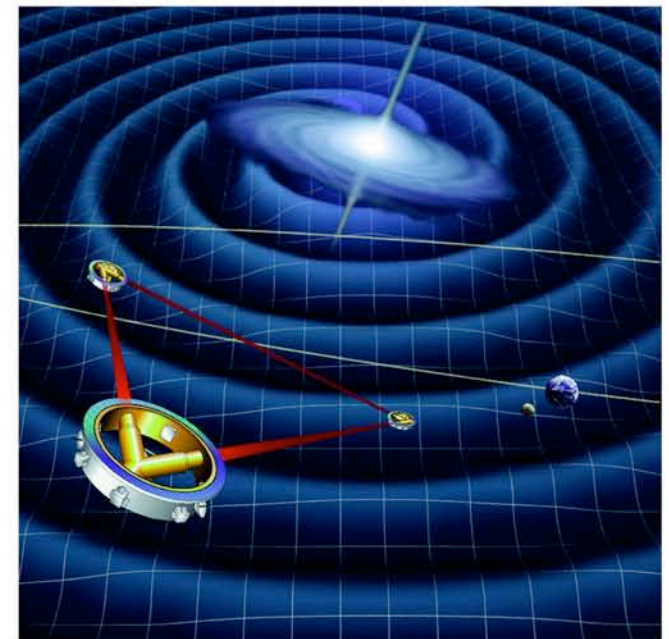
- AMS: observatoire de rayons et photons cosmiques, GeV \rightarrow TeV
- Origines et propagation des rayons cosmiques, recherche d'antimatière cosmique et matière noire, sources de photons de hautes énergies
- AMS-01 en 1998, AMS-02 sur ISS en 2008 pour 3 ans
- Groupe de Martin Pohl et Maurice Bourquin
- Date de lancement incertain, à cause de la pénurie des lanceurs

Astroparticules: futurs grands observatoires dans l'espace

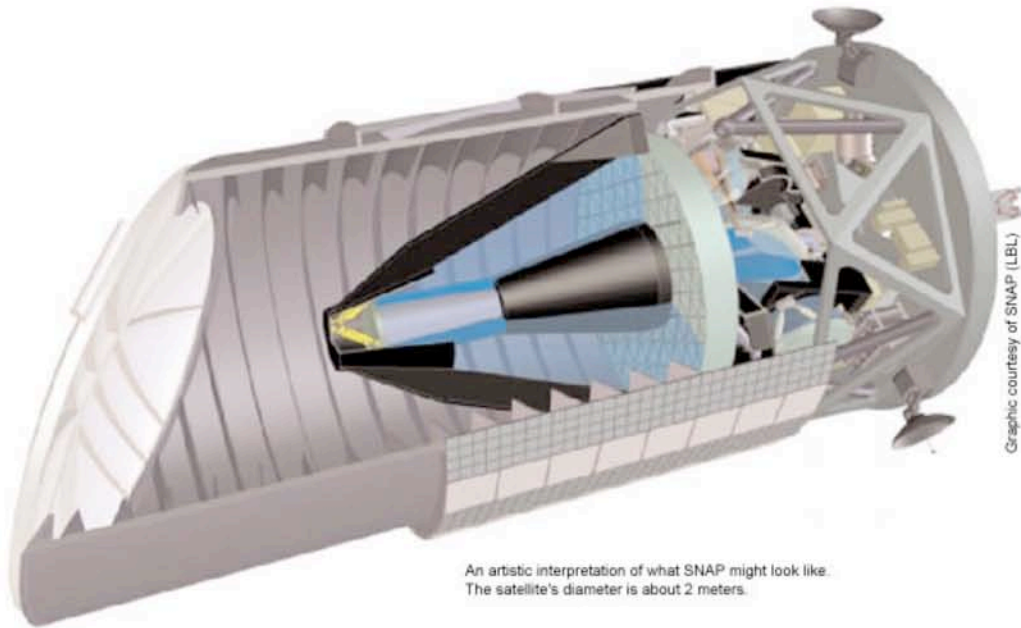


- James Webb Space Telescope
- Successeur de Hubble Space Telescope
- Télescope et spectromètres avec miroir de 6.5m
- Prévu pour 2011

- LISA, triangle de satellites ultra-stabilisés
- Recherche d'ondes gravitationnelles
- Défi technologique haut de gamme
- Prévu pour 2011



Astroparticules: futurs grands observatoires dans l'espace



An artistic interpretation of what SNAP might look like.
The satellite's diameter is about 2 meters.

- Joint Dark Energy Mission (JDEM)
- Instrument candidat SNAP
- Luminosité des supernovae type Ia à grand z , grande statistique
- Etablissement de l'énergie sombre
- Prévu pour 2014

- **Futurs grands observatoires** mettent en contribution la physique des particules, méthodes et technologies, au service de l'astrophysique et de la cosmologie.
- Appliquer la physique des particules à d'autres domaines est une excellente chose, cela ne peut qu'augmenter la relevance de la physique des particules pour la science et la société.
- **Petites missions ciblés:** observations terrestres et des planètes dans le système solaire, instruments "space weather". Permettent réalisation à plus court terme, avec moins de ressources et plus grand choix de lanceurs.

Conclusions

- La communauté des physiciens des particules en Suisse vient de définir une vision commune du future de cette discipline en Suisse. CHIPP a été crée dans cette perspective optimiste.
- Le DPNC suit trois grandes axes de recherche: collisions à très hautes énergies, étude des neutrinos et physique astroparticules, en complet accord avec les recommandations de ce road-map.
- Le programme est bien étoffé pour les cinq ans à venir.
- Il y a une suite logique pour chaque branche déjà visible, dans l'horizon 2010-2020. Des choix seront à faire dans les cinq ans à venir, avec la coordination de CHIPP.