



Prospectives LPC 2018 : Pôle Théorie

Prospectives : fenêtre de 2-3 ans

3 axes de recherche (théorie & phénoménologie)
suivant de près les développements expérimentaux
permettant des échanges avec des projets dans
le Pôle PU (LHCb, Solid, COMET, FCC, ILC)

Axes de recherche : Théorie des champs

QCD sur réseau

Recherches de Nouvelle Physique

Membres : Jean-François Mathiot, Vincent Morénas, Jean Orloff, AMT

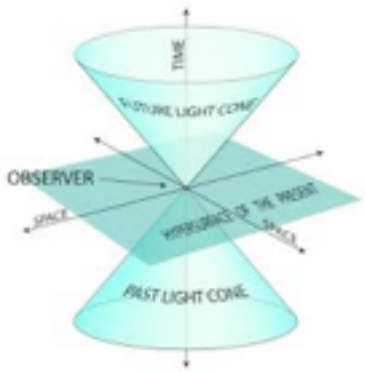
Prospectives LPC 2018 : Pôle Théorie



Théorie des champs

Nouvelle méthode de régularisation :

amplitudes élémentaires finies \rightarrow Modèle Standard, processus à une boucle,
e.g. $H \rightarrow \gamma \gamma$, théories de masse nulle



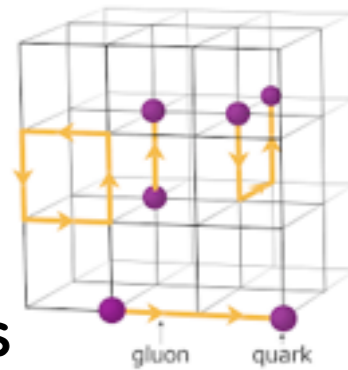
Théorie des champs sur front de lumière :

brisure non-perturbative de symétrie (auto-interactions champs scalaires) ;
mise en évidence par détermination de μ **HHH**

Lattice QCD

Élément indispensable pour l'étude de la physique des saveurs :

réduction incertitudes théoriques & interprétation de mesures expérimentales
(**LHCb**, **Belle II**, **NA62**, ...) ; vérifier MS ou dévoiler Nouvelle Physique



Calcul de constantes de renormalisation : opérateurs non-locaux bilinéaires

Études des mésons lourds ($Q\bar{q}$) et quarkonia ($Q\bar{Q}$) : spectroscopie, facteurs de forme,
contraintes pour des modèles de nouvelle physique (Higgs pseudoscalaire léger)

Prospectives LPC 2018 : Pôle Théorie



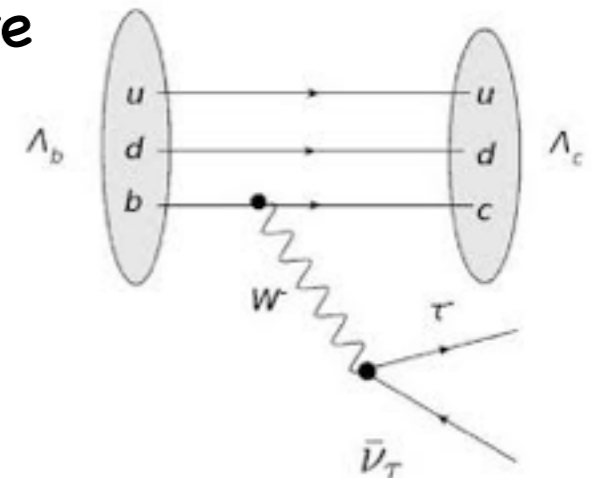
Physique des saveurs lourdes et recherche de Nouvelle Physique

Phénoménologie des baryons-b (Qqq) :

calcul des facteurs de forme et règles de somme pour les désintégrations $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$
(écriture covariante des amplitudes de transition ; modèle relativiste pour les fonctions d'onde baryoniques)

-> étude de violation de saveur leptonique

$\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c \ell \nu$ @ LHCb, Belle II, ...

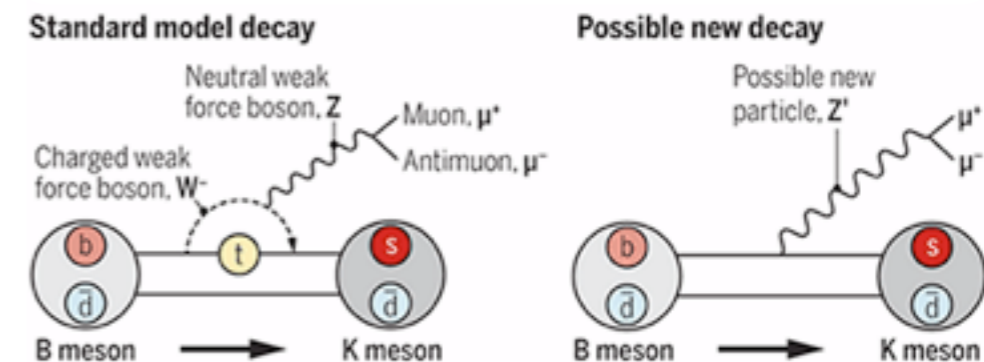


Modélisation des anomalies dans les désintégrations des mesons B : (si confirmées...)

Étude de modèles de Nouvelle Physique adressant les problèmes du MS et capables d'expliquer $R_{K^{(*)}}$ et $R_{D^{(*)}}$ -> auprès de LHCb, CMS, Belle II...

Identification d'autres observables de

violation de l'universalité des saveurs leptoniques





Nouvelle Physique - neutrinos et leptons chargés

Impact de NP pour les observables de "haute intensité" : SM + "fermions stériles", ...

Violation de la saveur leptonique (cLFV), du nombre leptonique (LNV),
moment dipolaires - électrique et magnétique - EDMs, $g-2$

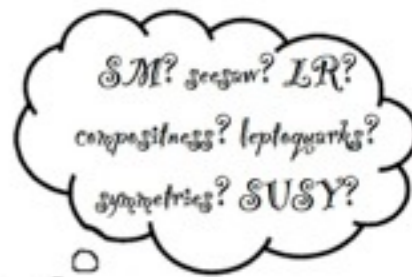
Nouvelles observables (modes, asymétries, ...)

Synergie d'observables pour dévoiler NP

-> accent sur possibilités auprès de COMET (Phase I et II)

[aussi MEG, Mu3e , NA62, ...]

-> contribution aux études phénoménologiques pour COMET

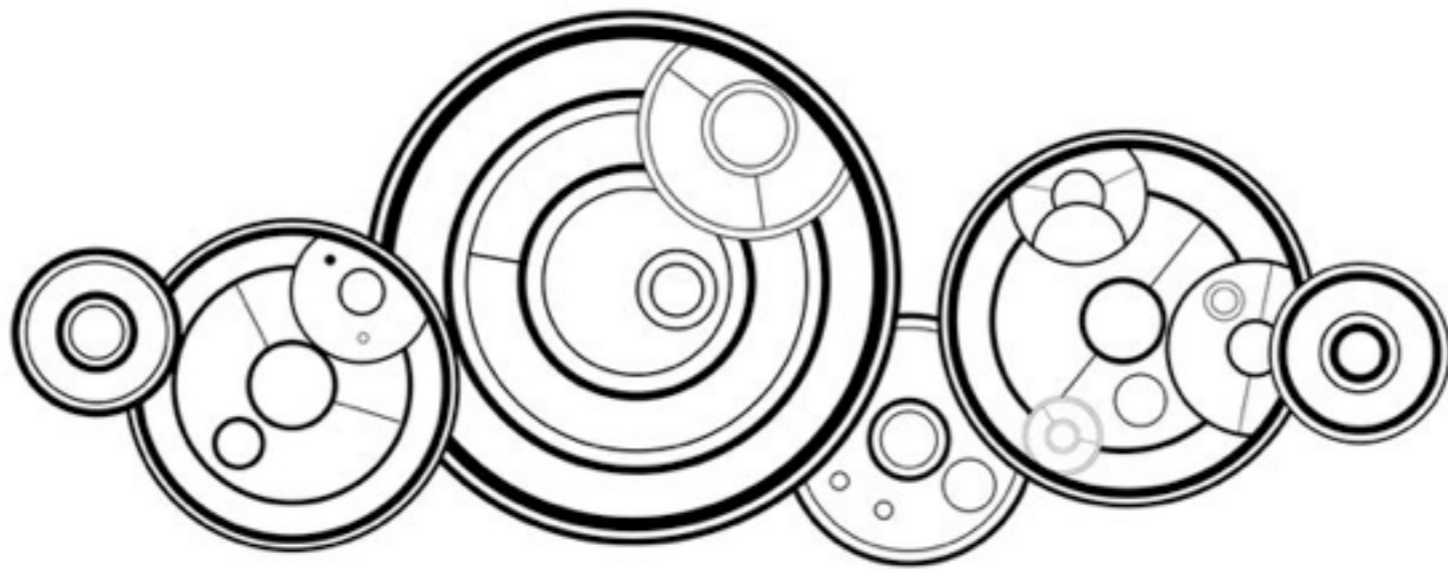


Recherches auprès des collisionneurs (LHC, ILC, FCC-ee) :

Désintégrations rares du Higgs et du Z ($Z \rightarrow \mu \tau$)

Signatures de fermions lourds à hautes énergies (modes cLFV, LNV)

Recherches de "long-lived particles" (SUSY, stériles, ...)



Prospectives LPC 2018 : vs et haute intensité

Expériences de neutrinos et haute intensité (hors collisionneur) :
Solid θ , **COMET**, DUNE (?)

Domaine très riche :

- **secteur leptonique** offrant possibilités de découverte
(1ères mesures, mesures de précision, ...)
- recherches de **Nouvelle Physique**
- **physique & instrumentations différentes**
(well known "beam" composition, "unique" signal mode + backgrounds)

Prospectives LPC 2018 : ν_s et haute intensité

Anomalies dans les oscillations de ν_s -> au-delà de 3 ν_s "actifs"

Plusieurs données en contradiction avec le paradigme $\{\nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau\}$

Anomalies : " $\nu_e \rightarrow \nu_e$ disappearance" et " $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ appearance"

(pas en " ν_μ disappearance")

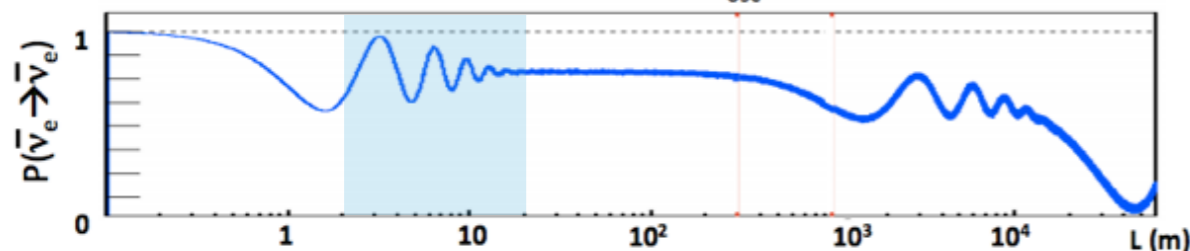
-> suggèrent la présence de neutrinos stériles ($\Delta m^2, \theta_{\ell s}$)

Anomalie "LSND" : confirmée par MiniBooNE @ 4.8σ (6.1σ combiné) [2018]

-> "vraie" nouvelle physique : stériles + propriétés exotiques...

Confirmer $\nu_e \rightarrow \nu_e$: expériences "short baseline reactor"

$\Delta m^2 > 0.1, \sin^2 2\theta > 0.05 \rightarrow L_{osc} = [1-10] \text{ m}$



- Déformation du spectre d'énergie vs distance
- Distance de la source (réacteur) : 6-9 m

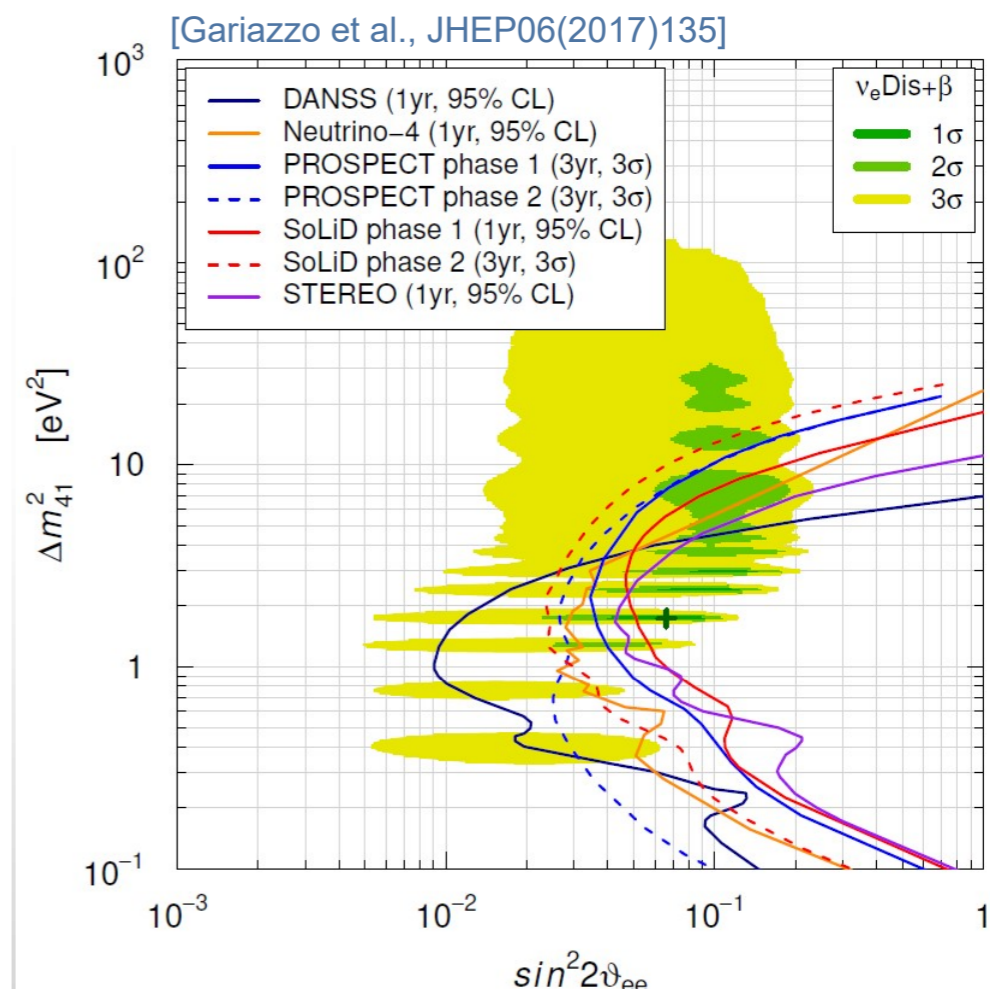
Prospectives LPC 2018 : collaboration SoLiD

Confirmer $\nu_e \rightarrow \nu_e$: expériences "short baseline reactor"

SoLiD

- 50 membres [B, FR, UK, USA]
- Découvrir (ou infirmer) **états stériles** $\Delta m^2 \sim O(1 \text{ eV}^2)$
- Adresser disparités du **spectre d'éléments lourds**
(identifiées par Long Baseline exps)

- Phase I (construction) **terminé**
- BR2 reactor commissioning : Fev 2018
- **Prise de données** (physics mode)
150 jours 2018 + 2019-2020
- Mesure du **spectre ν de ^{235}U**
- **Résultats de physique** : fin 2018

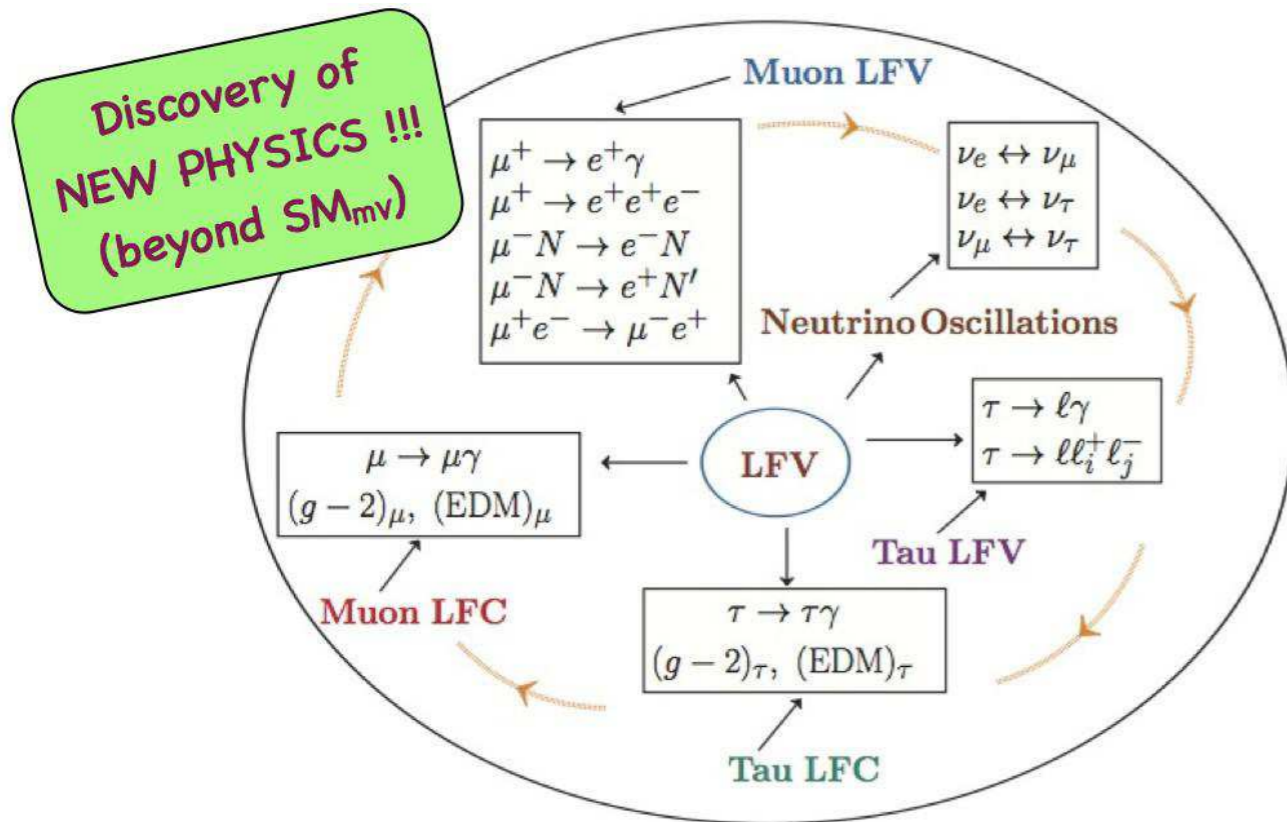


Prospectives LPC 2018 : vs et haute intensité

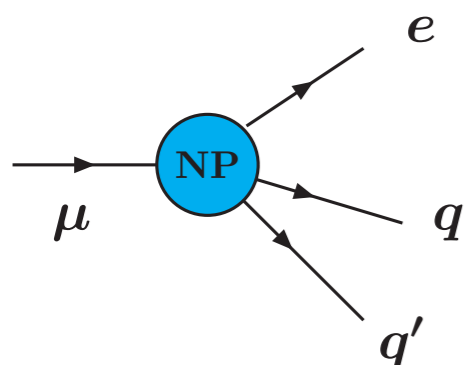
Violation de la saveur leptonique → découverte de Nouvelle Physique

(au-delà du Modèle Standard + vs massifs)

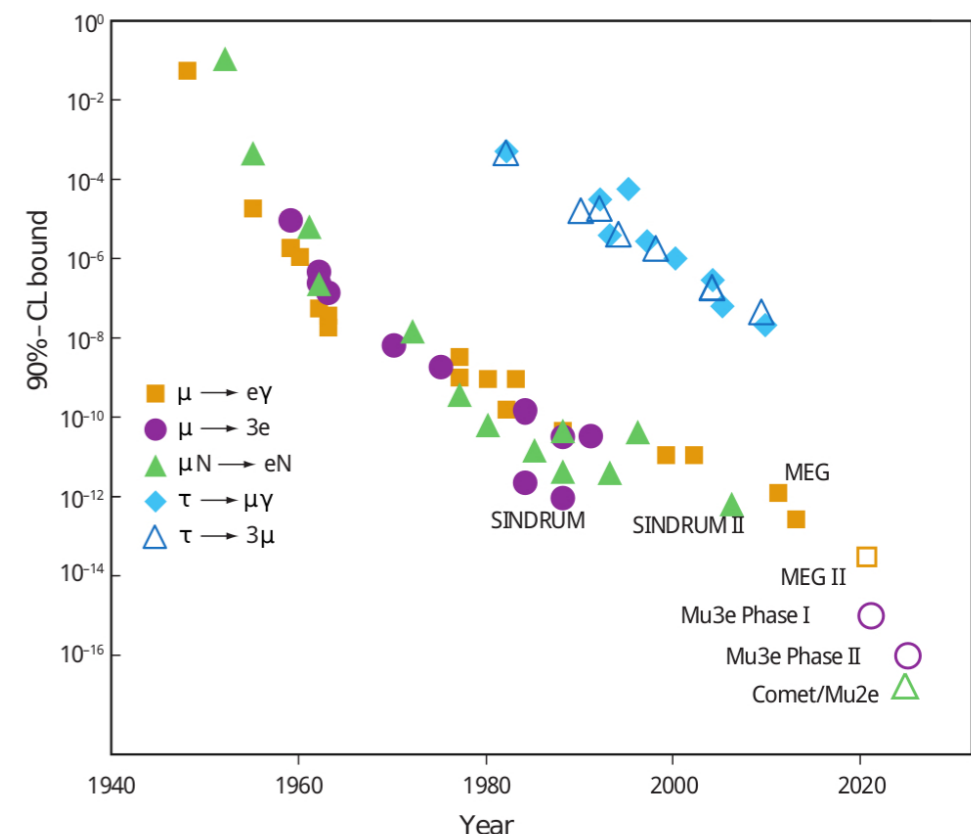
- Désintégration rares de muons : plusieurs canaux cLFV
- Accès à des faisceaux de muons extrêmement intenses
- Forte activité expérimentale (EU, USA, JP, ...)



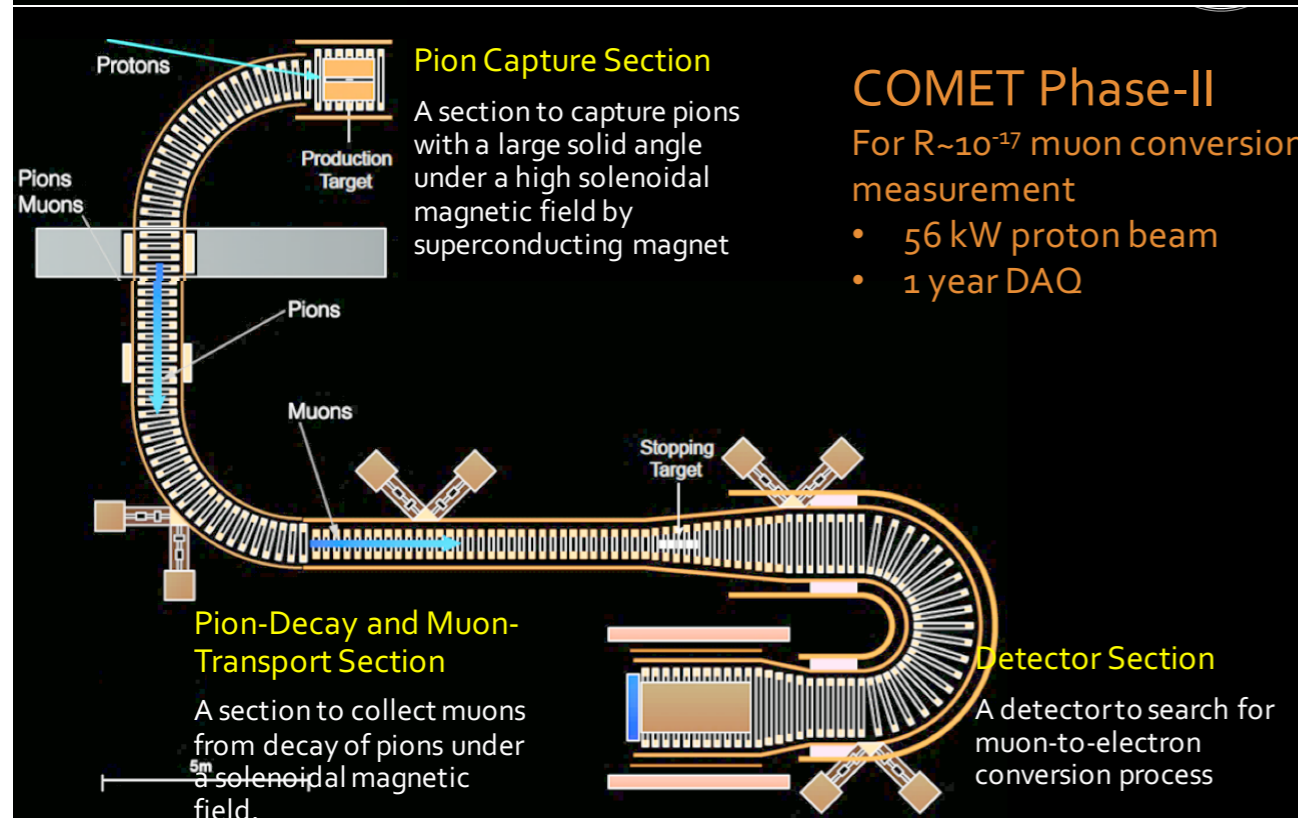
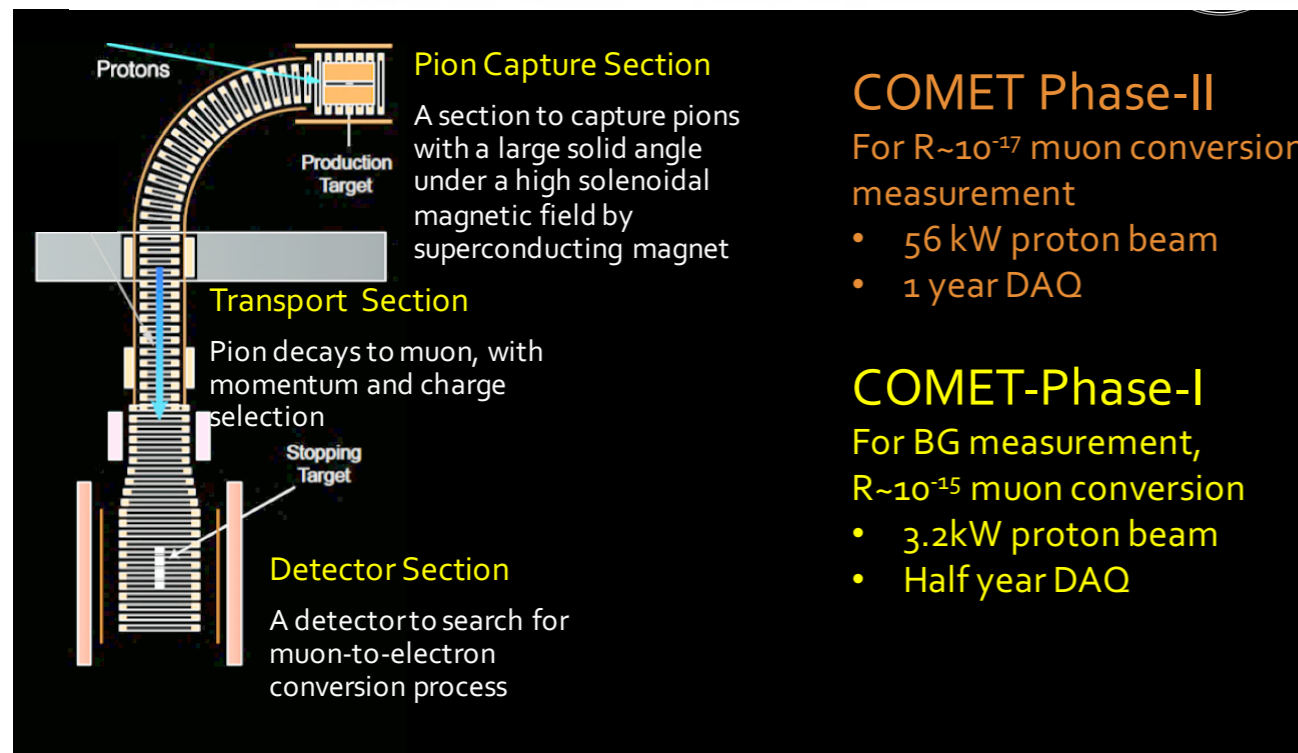
Conversion muon-électron en présence de matière : $CR(\mu - e, N)$



→ DeeMe, Mu2e, COMET



Prospectives LPC 2018 : COMET @ JPARC



176 collaborators,
33 institutes, 15 countries



Recherche de $\mu - e$ (Aluminium)
 $\rightarrow CR(\mu - e, Al) < 10^{-15(-17)}$

Signal : e^- monochromatique, $E_e \approx 105$ MeV

Bruits de fond : physique très "propre"

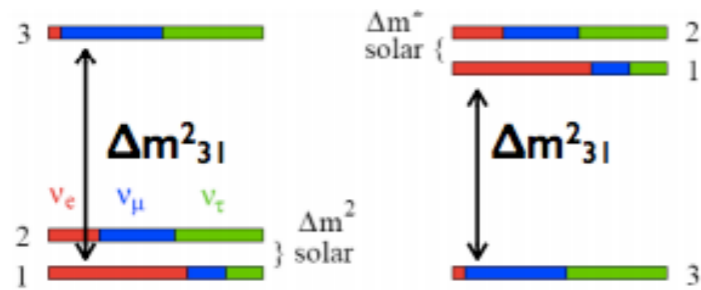
Muon decay in orbit ; radiative pion capture ; cosmic rays (!)

Detector systems : commissioned and tested end JFY 2019

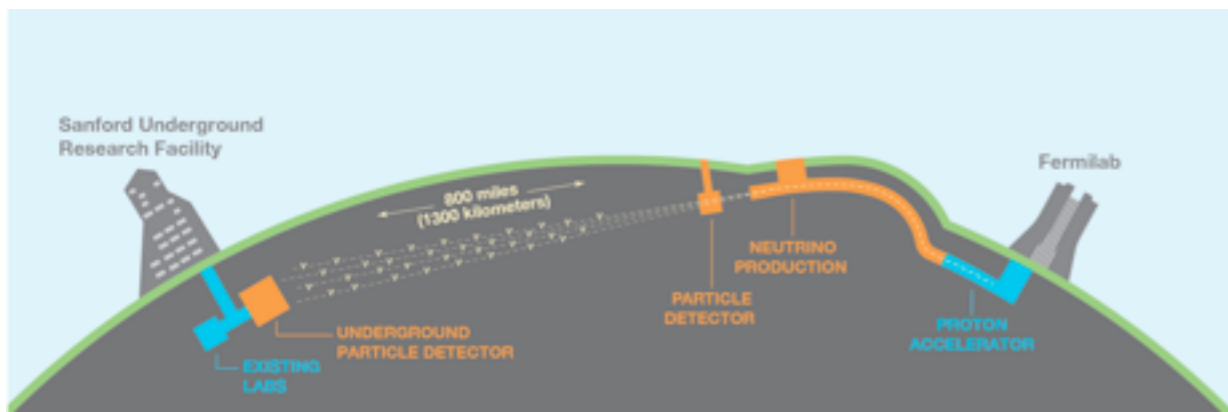
Beam studies in the proton beam "B-line" : early JFY 2020

Prospectives LPC 2018 : vs et haute intensité

Oscillations de ν_s -> les inconnues

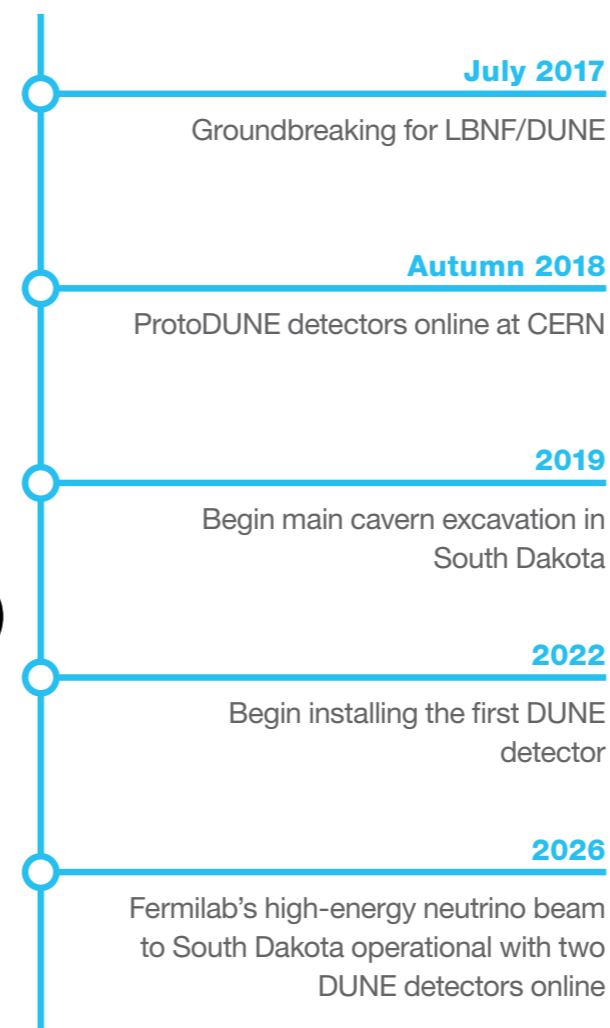


- "very long baseline" (accélérateur)
1300 km (FNAL - South Dakota)
- 30 pays (~1000 membres !)
- Near detector <-> "beam dump" (3GeV)
- CERN ν platform (exp & th)

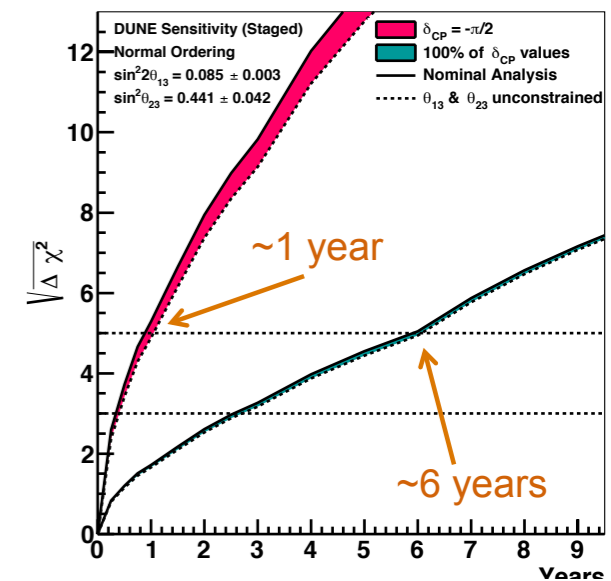


- Spectre : normal ou inversé
- Violation de CP (Dirac), δ_{CP}
- Octant de θ_{atm}

Project timeline



Mass Ordering Sensitivity



CP Violation Sensitivity

