

Revue Synthétique de Projet IN2P3 Upgrades de T2K

Upgrades de T2K/ND280

Plan présentation

- Présentation globale
- LLR : Le Super-FGD
- LPNHE : Les TPCs

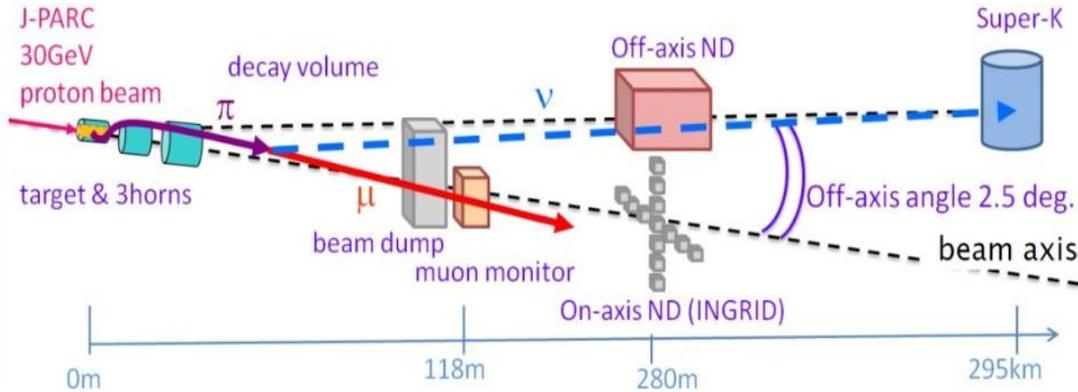
Les schémas détaillés et les références techniques peuvent être trouvés dans le « T2K ND280 Upgrade Technical Design Report » :

<https://arxiv.org/abs/1901.03750>

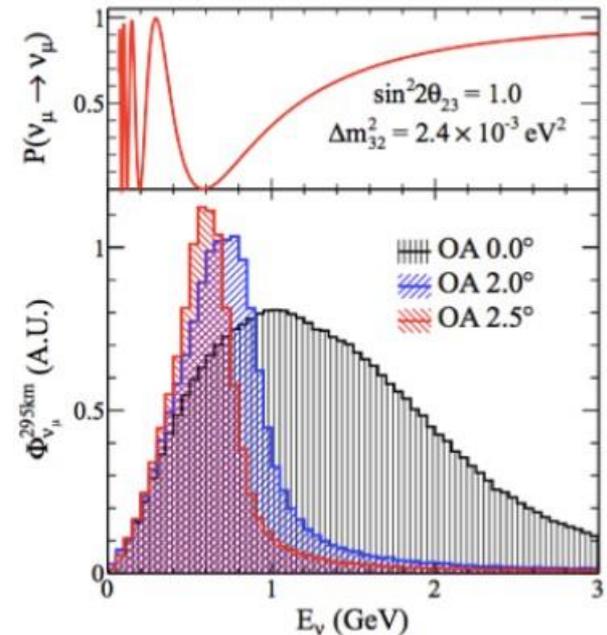
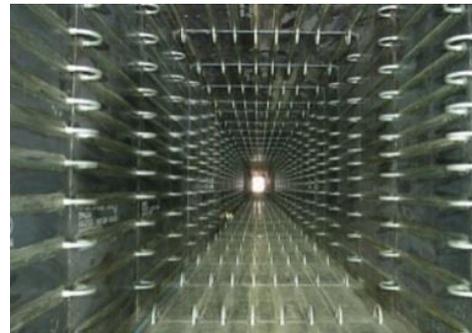
Upgrades de T2K/ND280

Présentation Globale du Projet

Contexte scientifique



Faisceaux de neutrinos muons

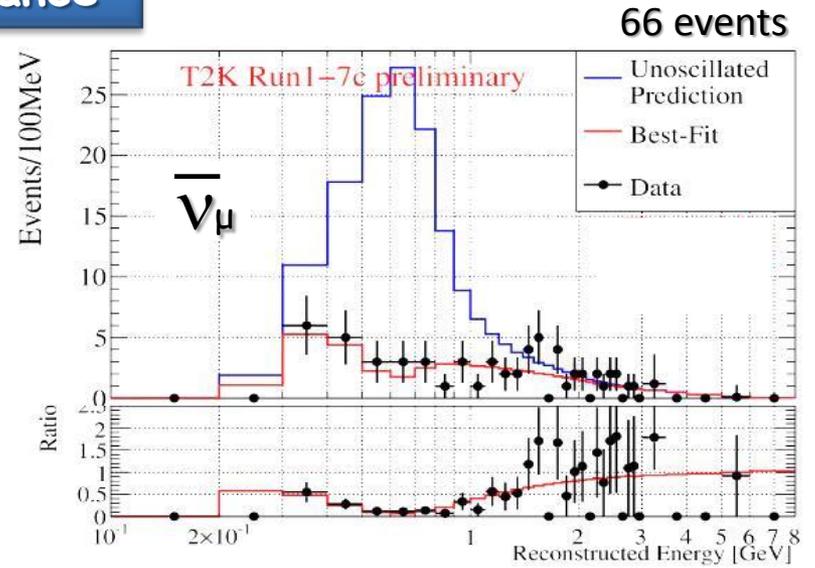
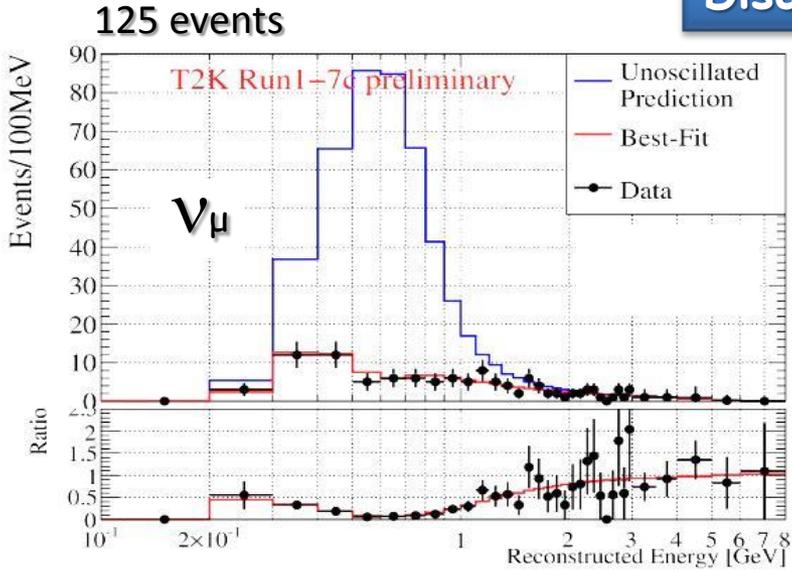


Oscillation results

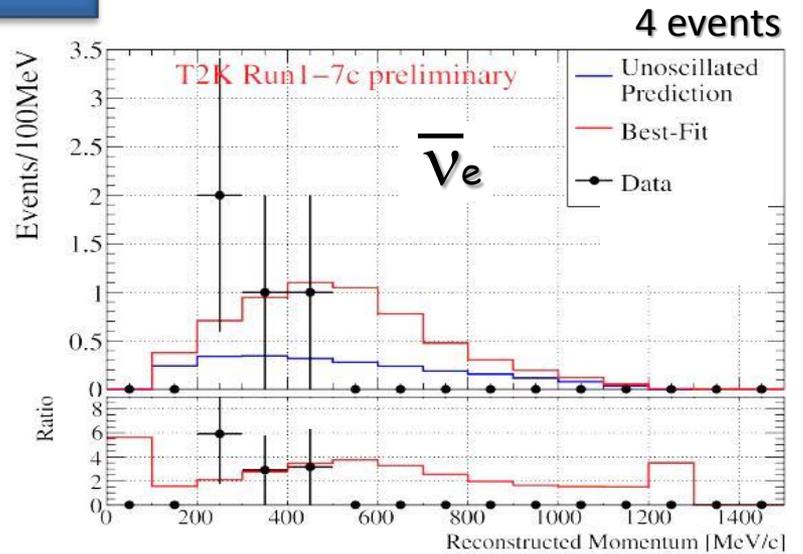
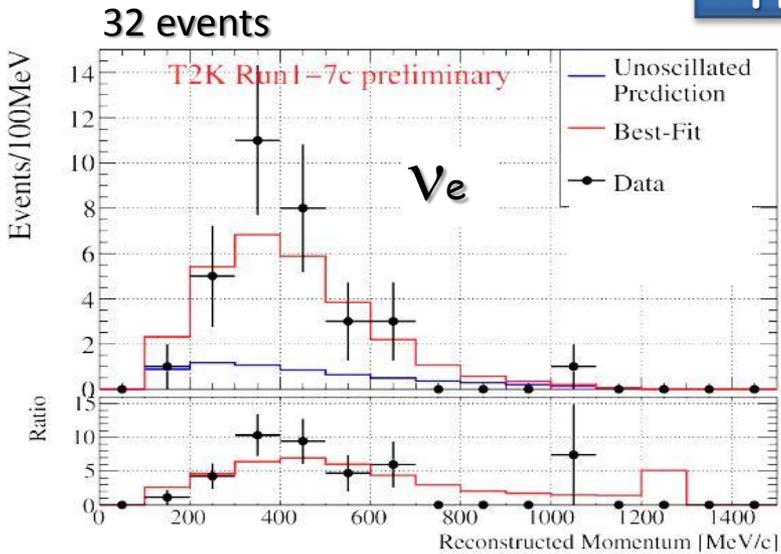


2016 DATA

Disappearance

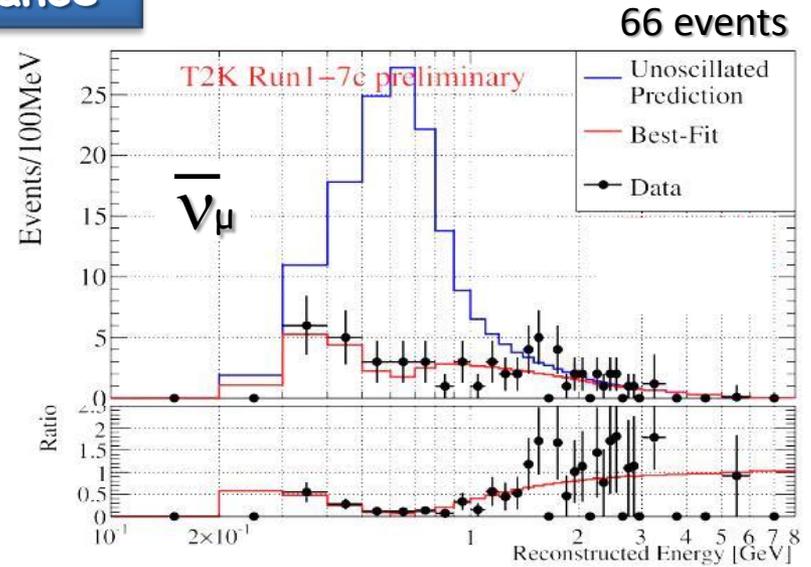
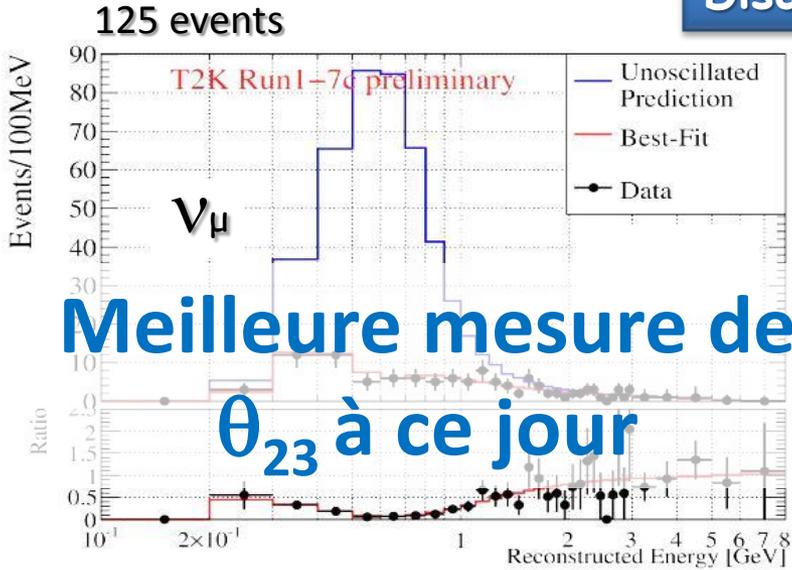


Appearance



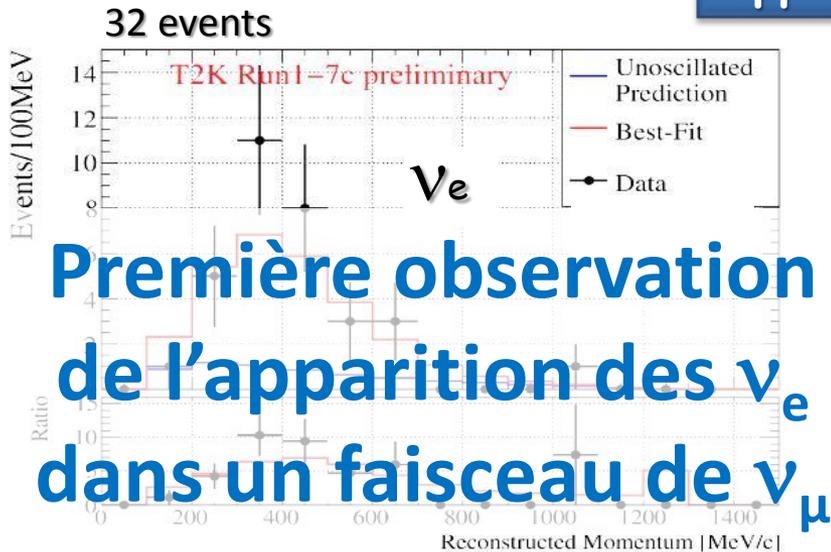
2016 DATA

Disappearance

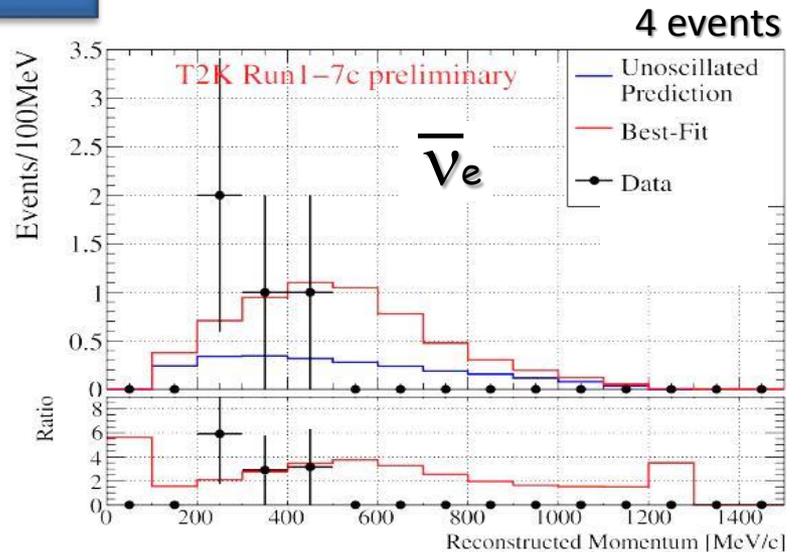


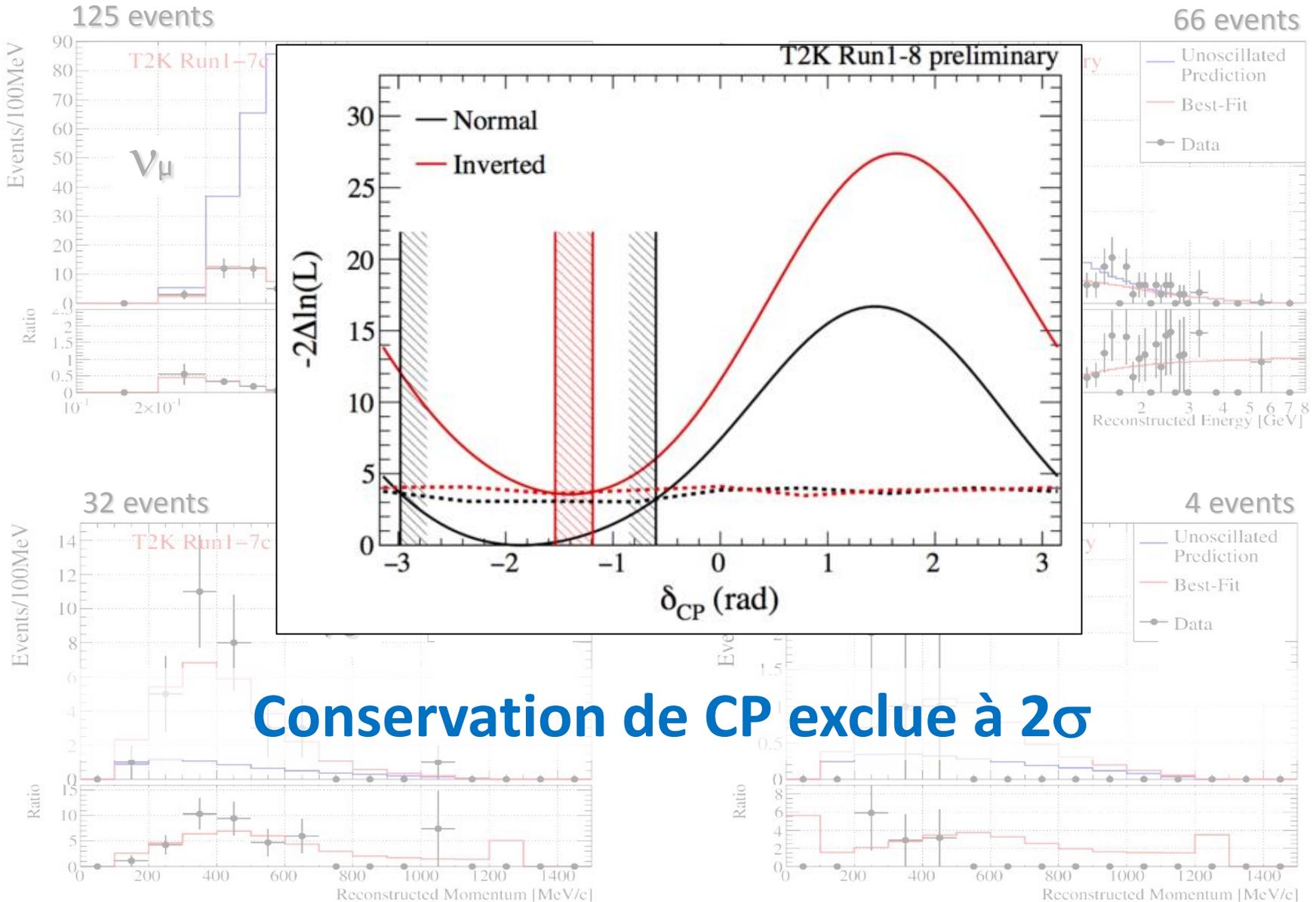
Meilleure mesure de θ_{23} à ce jour

Appearance



Première observation de l'apparition des ν_e dans un faisceau de ν_μ





Upgrades de T2K/ND280

Présentation Globale du Projet

Contexte scientifique

- L'acceptance angulaire actuelle de ND280 est très différente de celle de SK
- → erreurs systématiques

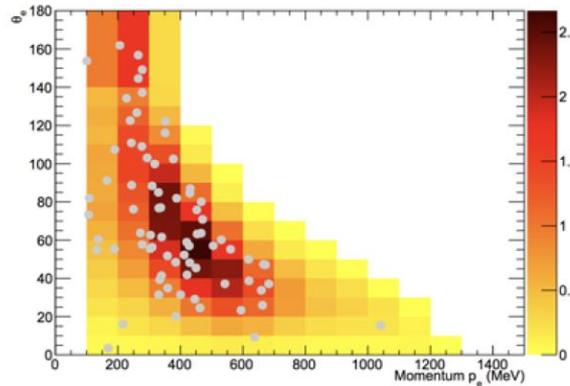
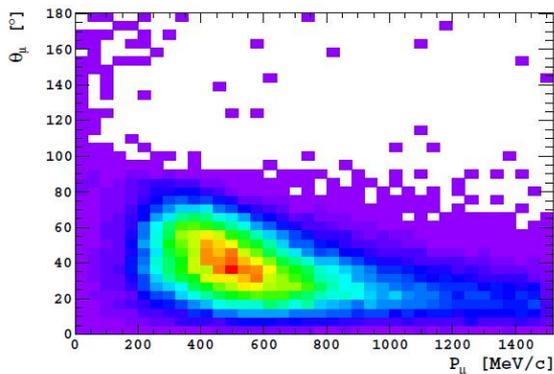
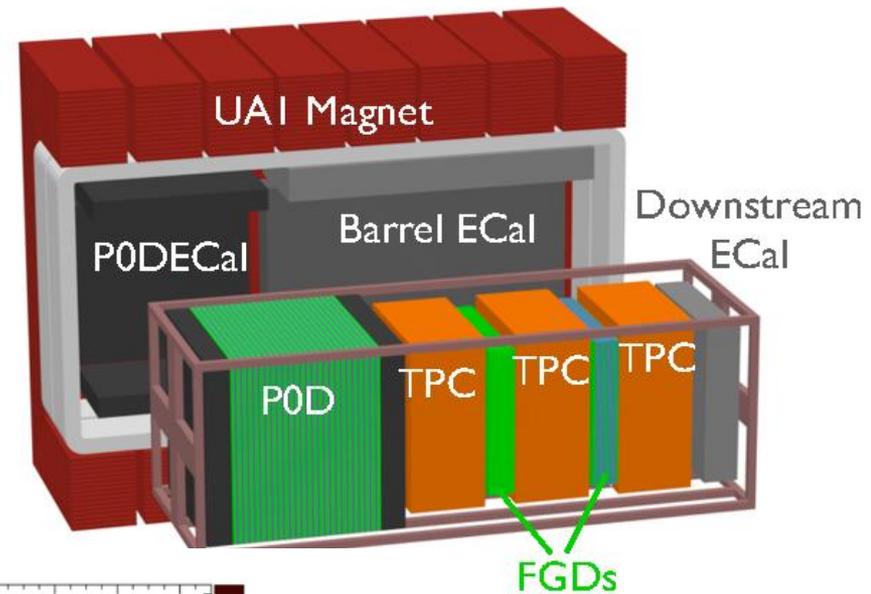


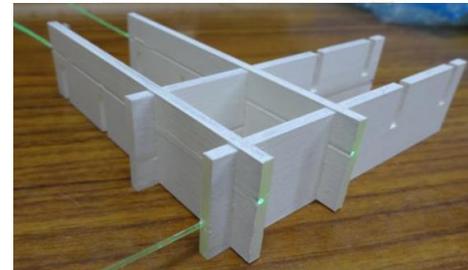
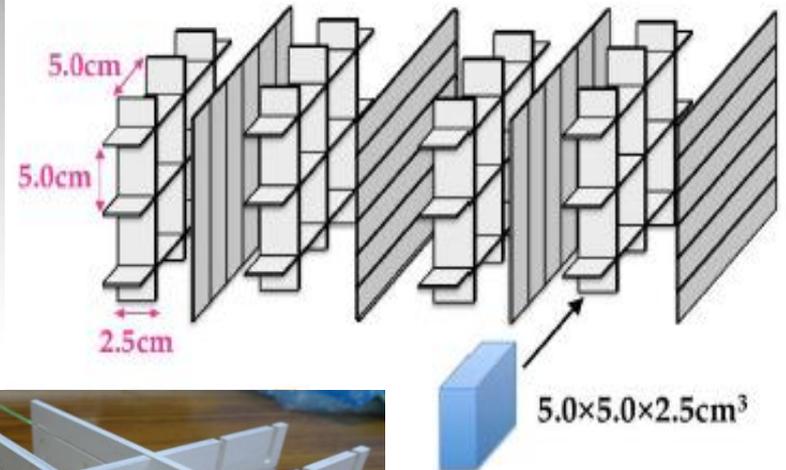
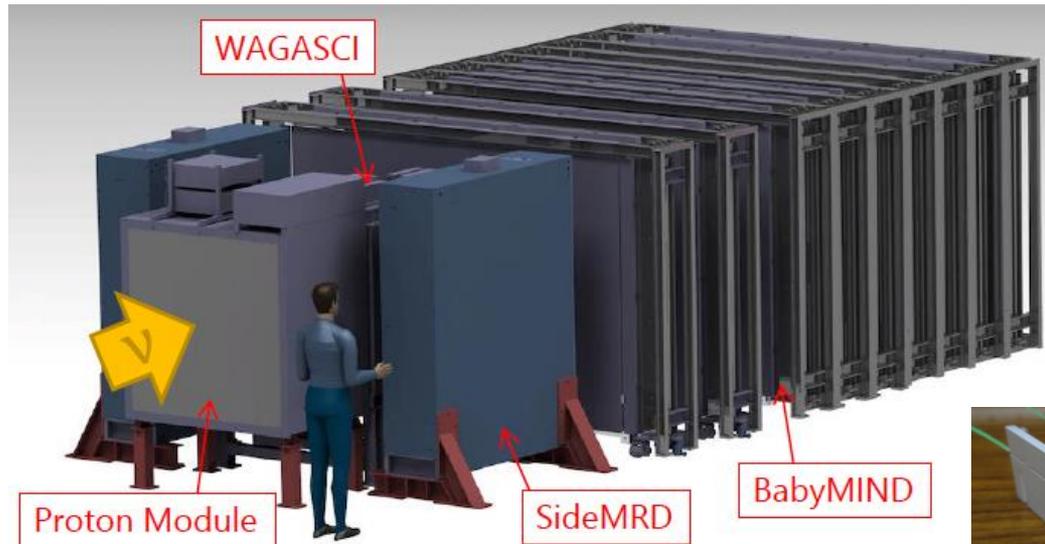
Figure 6.1: Reconstructed momentum and angle for muons selected at ND280 (left) and electrons selected at SK (right).

Upgrades de T2K/ND280

Présentation Globale du Projet

Un premier « upgrade »

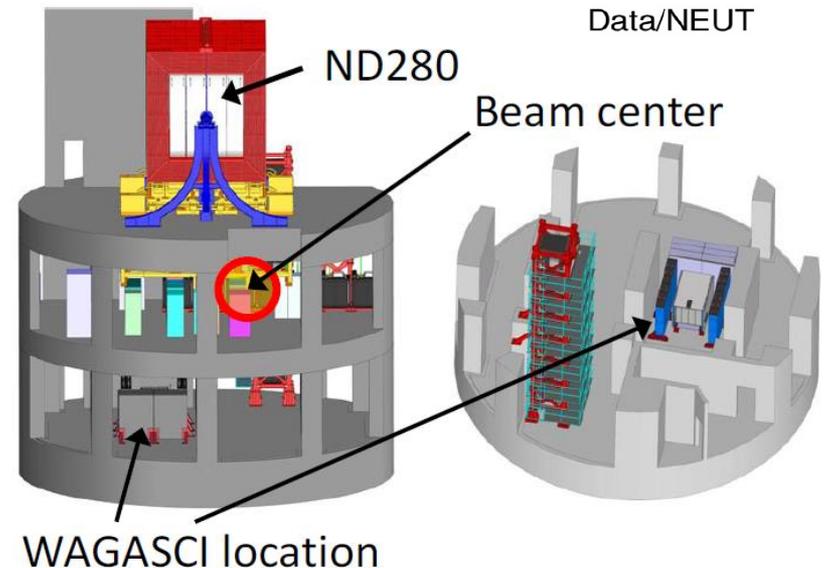
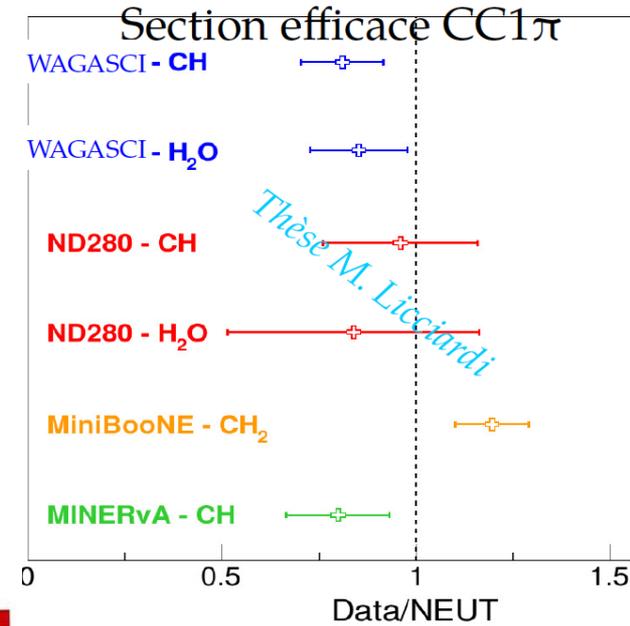
- WAGASCI : Water Grid And SCIntillator
- 2 innovations principales :
 - Baby-MIND : acier magnétisé + scintillateurs
 - Scintillateurs en structure de grille 3D, et plans X,Y intercalés, le tout immergé dans l'eau



Upgrades de T2K/ND280

Présentation Globale du Projet

- **Wagasci**
 - Cible d'eau
 - Tracking 4π grâce aux scintillateurs (16 grilles)
- **Side Muon Range Det.**
 - Acier + scintillateur sur les côtés pour les muons à grand angle ($\sim 90^\circ$)
- **Baby-MIND**
 - Acier magnétisé + scintillateurs à l'avant pour mesure d'impulsion et identification du signe des muons
- **MAIS : WAGASCI est à 1.6°**
 - Pas à 2.5° comme ND280

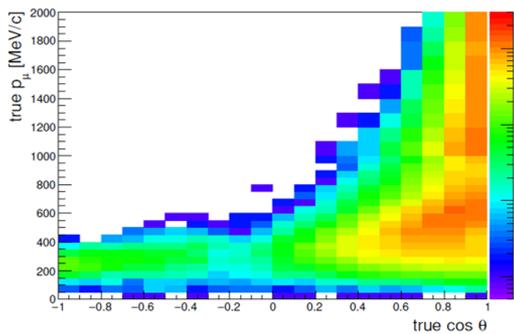


Upgrades de T2K/ND280

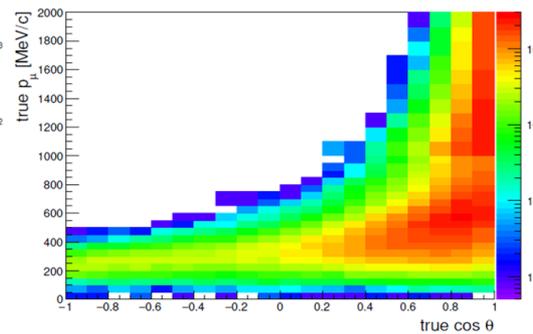
Présentation Globale du Projet

Nouvelle phase :

- ND280 Upgrade : améliorer l'acceptance angulaire

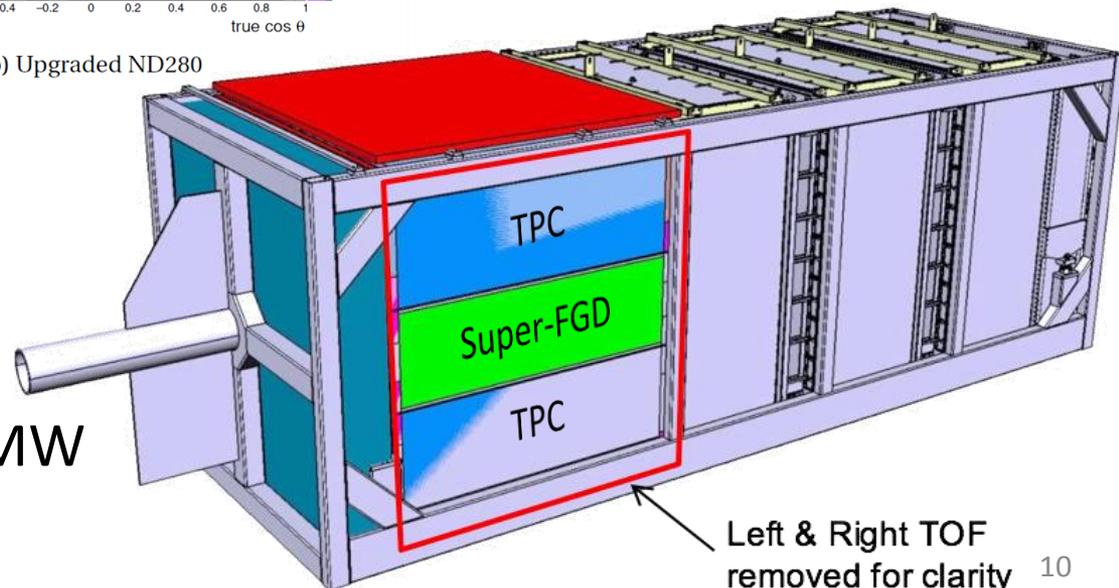
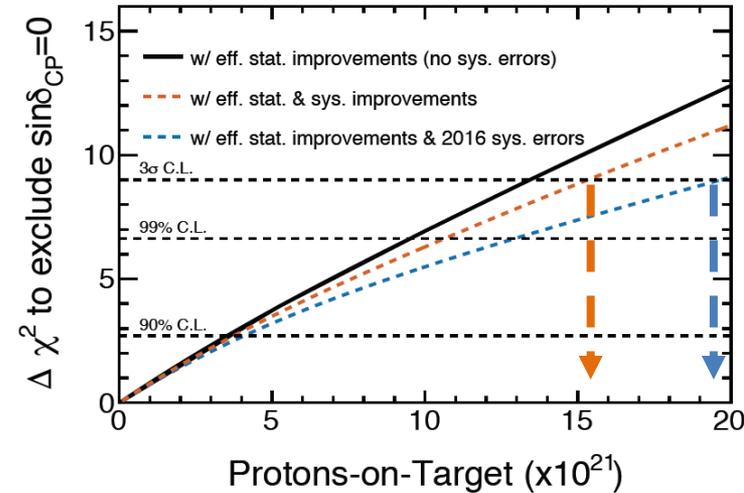


(a) Current ND280



(b) Upgraded ND280

- ND280 Upgrade :
 - Super-FGD (plastique)
 - Entre 2 TPCs
- $5 \cdot 10^{21}$ PoT \approx 2 ans à 1.3 MW
- Sera utilisé pour HK

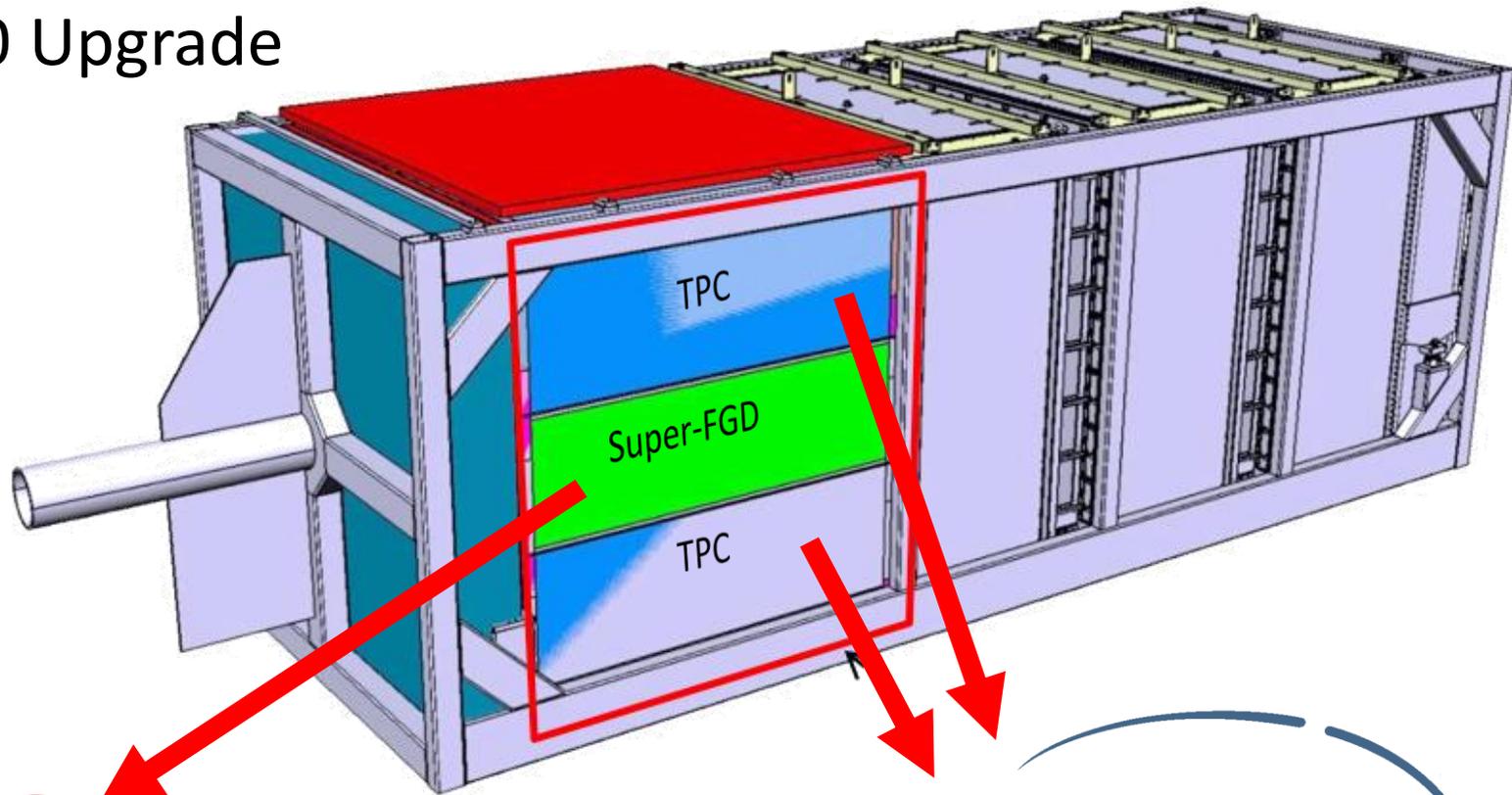


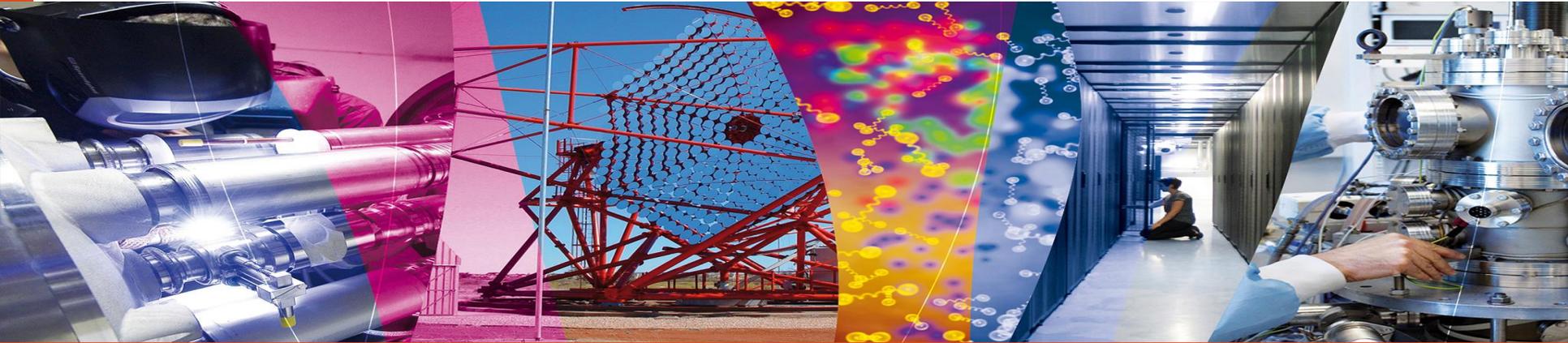
Upgrades de T2K/ND280

Présentation Globale du Projet

Nouvelle phase :

- ND280 Upgrade





Revue Synthétique de Projet IN2P3
Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

LM

olivier.drapier@in2p3.fr
michel.gonin@in2p3.fr

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan présentation



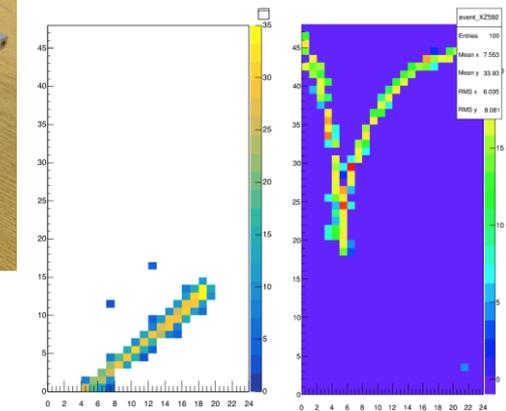
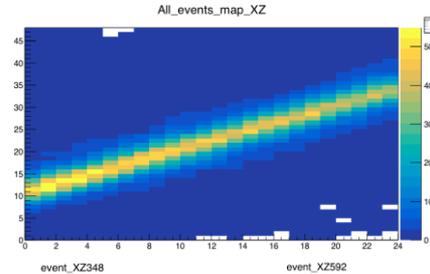
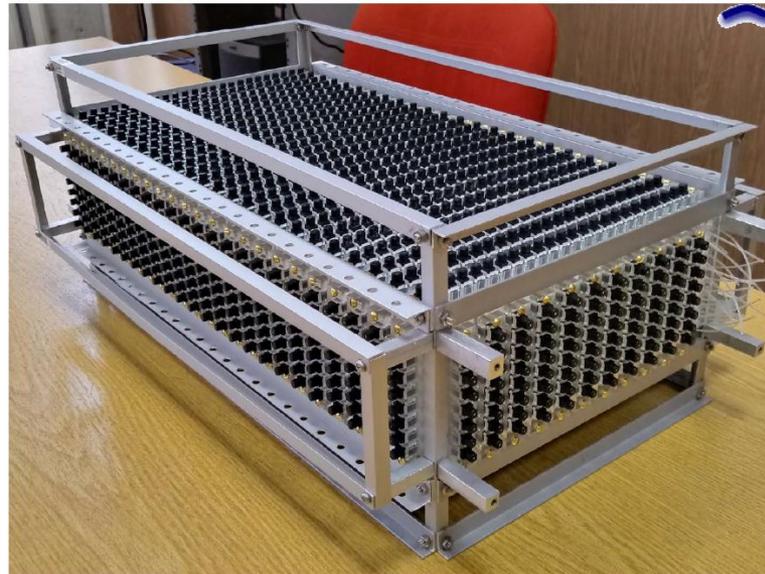
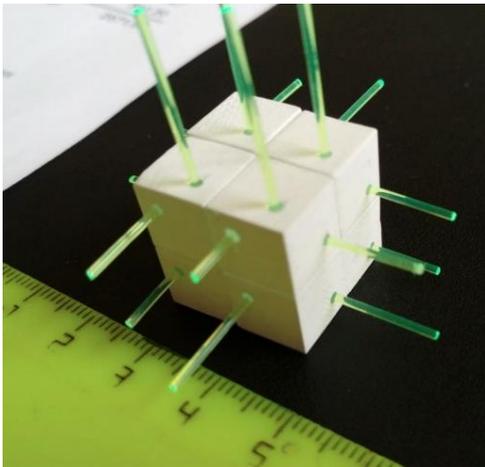
- Présentation globale
- Plan de management
- Plan de développement
- Analyse des risques
- Demandes de soutien à L'IN2P3
- Conclusion

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Présentation Globale du Projet

Principe du Super-FGD :

- Cubes de scintillateur de 1 cm³
- Fibres WLS
- MPPCs
- 2 000 000 cubes
- 60 000 canaux



- Testé avec prototype (INR)
- **+ Cartes baby-MIND (UniGe)**
- Muons, protons, photons, ...



Conception d'une nouvelle carte pour le détecteur final :



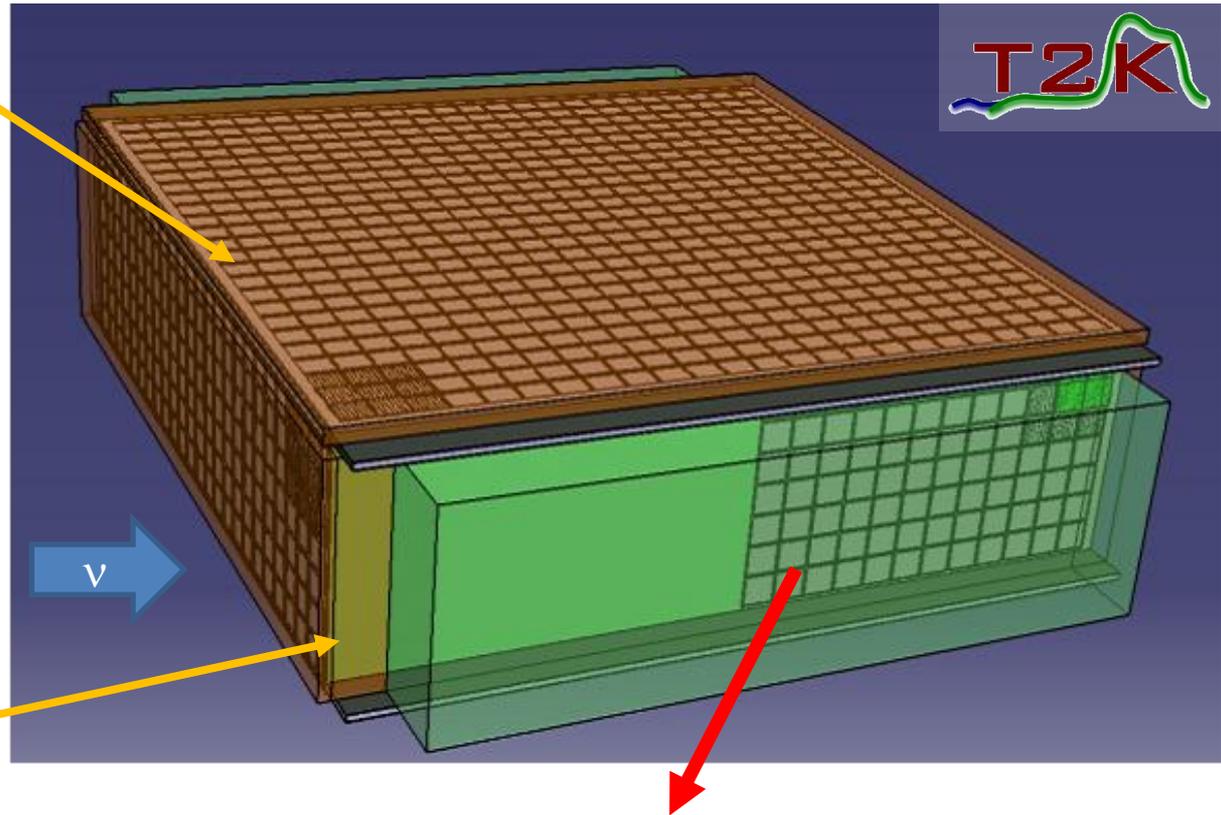
Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Présentation Globale du Projet

- Cartes de 8 x 8 MPPCs
- montées en surface
 - Front + Top + sides
- Signaux analogiques par cables μ -coax



- Système d'injection de lumière pour calibration

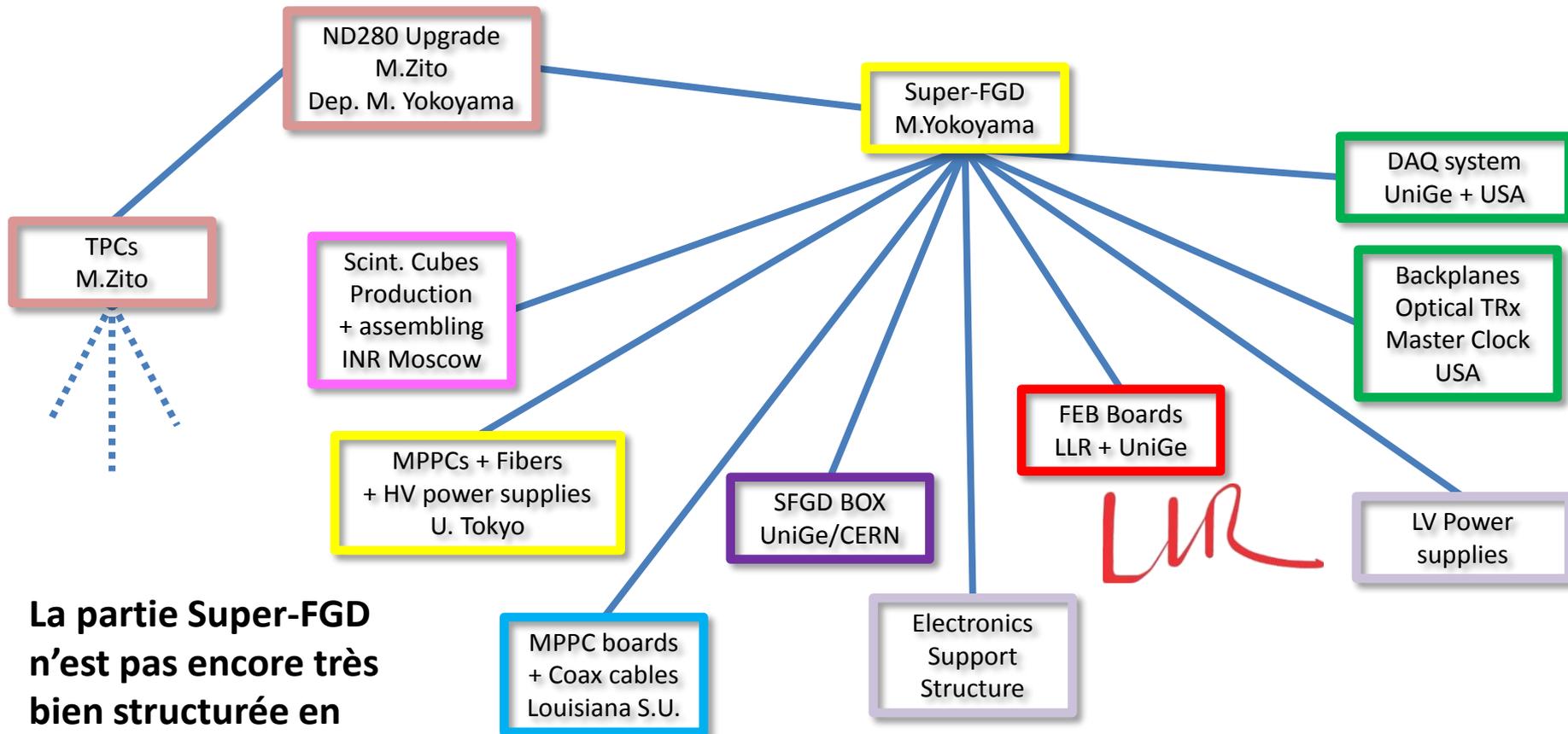


**Le projet : Lecture sur les 2 côtés
par 2 x 228 cartes électroniques FEB
qui seront développées au **

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Organigramme du projet



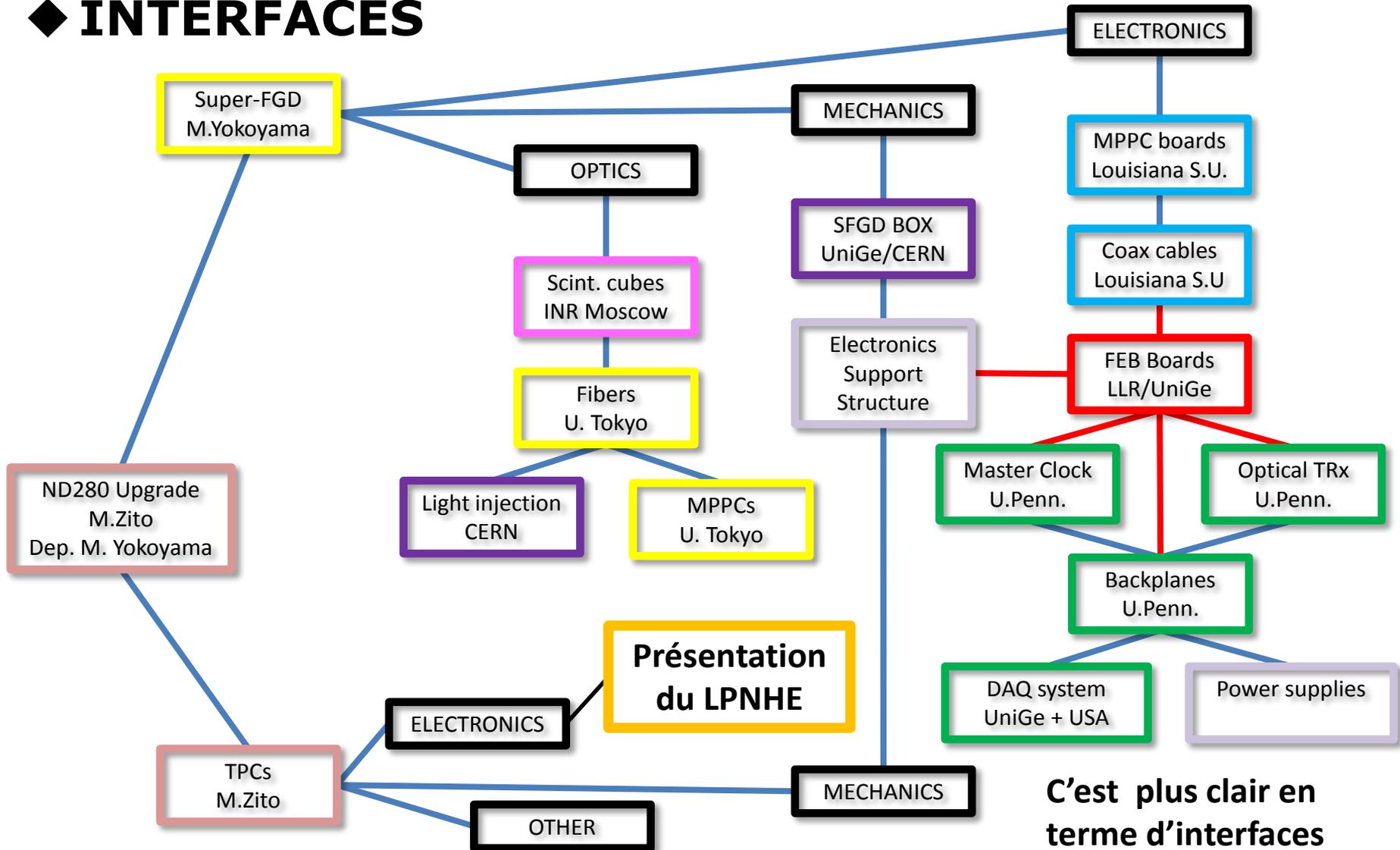
La partie Super-FGD n'est pas encore très bien structurée en termes de responsabilités

Les groupes USA sont intéressés par cette technologie pour les détecteurs proches de DUNE

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ INTERFACES



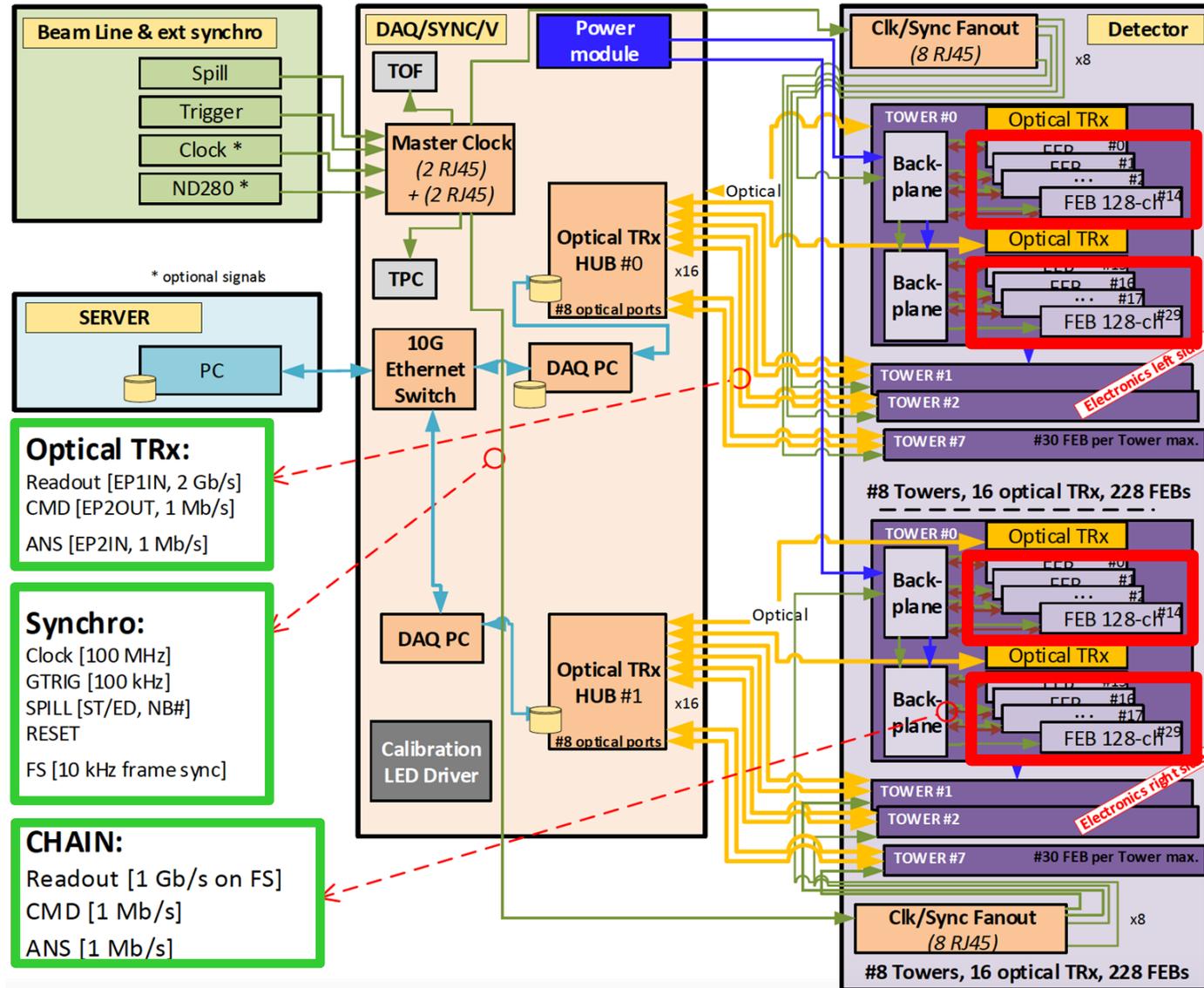
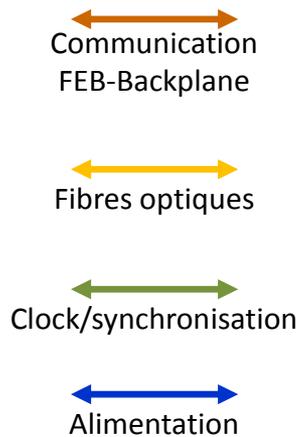
C'est plus clair en terme d'interfaces
Périmètre LLR en rouge

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

- Situation de la carte FEB dans le schéma de principe de l'électronique du détecteur

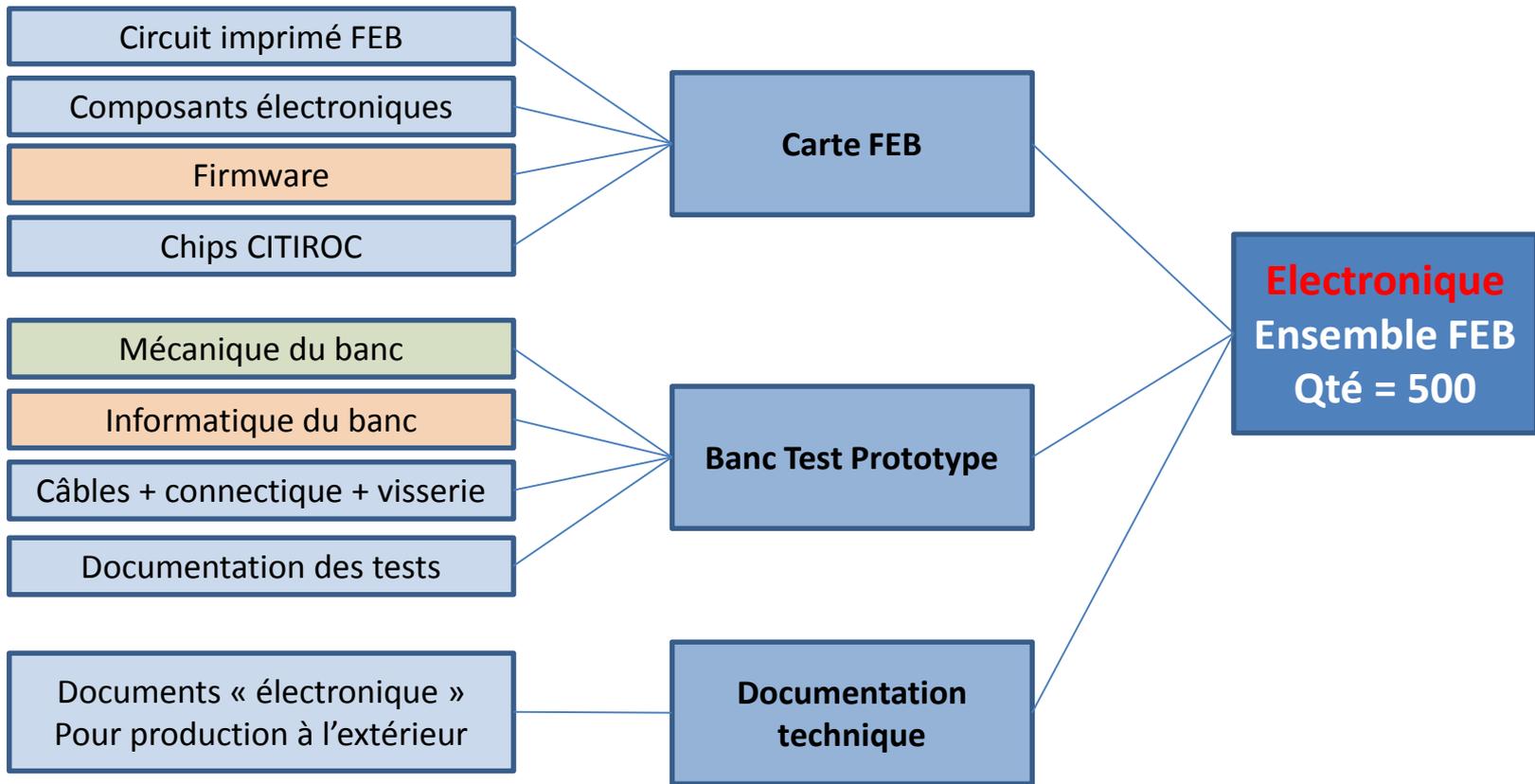
- Périmètre LLR en rouge**



Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Arborescence produit



Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Arborescence des tâches

Etude schéma carte	FG + JN
Placement-routage carte	ML + RG
Écriture / Révision Firmware	FG + JN
Fabrication carte	Ss-trt
Tests de fonctionnement	X+Phys
Documentation technique pour transfert d'information pour prod. série	FG + JN

**Carte FEB
Prototype,
puis pré-série,
puis série**

Etude schéma carte	FG + JN
Placement-routage carte	ML + RG
Fabrication carte	Ss-trt
Mécanique du banc de test	M
Logiciel d'acquisition du banc de test	LB
Tests de fonctionnement	X+Phys
Documentation procédure de test	FG + JN

Banc Test Proto FEB

**Electronique
Ensemble FEB
Qté = 500**

Légende :

FG = Franck GASTALDI
 JN = Jérôme NANY
 ML = Marc LOUZIR
 RG = Rémi GUILLAUMAT
 LB = Lorenzo BERNARDI
 M = IT Mécanique
 Phys = Physicien (ne)
 Ss-trt = sous-traitant
 X = FG ou JN ou LB

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Ressources Humaines

– Répondre aux questions suivantes:

- Evolution des ressources humaines sur les 2 années précédentes, l'année en cours et les 2 prochaines années en séparant les chercheurs et ITA

ETP (personnes)	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Physiciens	3.5 (5)	3.5 (5)	3.5 (5)	2.5 (4)	2.5 (4)	2.5 (4)
IT	2.0 (3)	1.0 (3)	2.0 (6)	2.0 (5)	1.5 (3)	0.5 (2)

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Ressources Financières

- Evolution des ressources financières (Recettes/Dépenses) sur les 2 années précédentes, l'année en cours et les 2 prochaines années.

K€	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Demande à l'IN2P3			20	250	20	
Obtenus de l'E.P.	25					

Lissage du plan de financement
(2020 – 2021)
pourrait être possible selon
conditions d'achat des chips CITIROC

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Demandes Financières

K€	2018	2019	2020	2021	2022
Carte évaluation FPGA		4			
16 chips CITIROC		5			
Cartes Prototype (4 cartes)		6			
Carte banc de test		3			
Équipement banc de test, câbles		2			
PC banc de test			3		
Alimentations banc de test			10		
Mécanique banc de test			5		
Cartes MPPC pour tests			20		
16 chips CITIROC			5		
Cartes Présérie (4 cartes)			6		
2000 chips CITIROC			200		
Missions spécifiques installation				20	

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Ressources Financières

- ◆ Principale incertitude : coût du chip CITIROC
- ◆ Développé par Oméga, mais Weeroc possède l'exclusivité de l'exploitation commerciale et a choisi CAEN comme distributeur
- ◆ Coût d'un chip « Oméga » : 100 € packagé + testé
- ◆ Coût d'un chip catalogue CAEN : 320 €
- ◆ La possibilité de payer le prix « Oméga » est à explorer avec le service juridique CNRS
- ◆ Sinon : négociation avec Weeroc/CAEN
- ◆ Quel prix à quelle condition ?
- ◆ Par exemple :
 - ◆ Production en France, avec maîtrise d'œuvre LLR ?

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Management du Projet

◆ Ressources Financières :

◆ Missions spécifiques installation

- ◆ 2 - 3 personnes x 2 mois total + voyages : 20 k€

◆ Si production par LLR pour bénéficier du chip au prix bas :

- ◆ Financement de la production possible quand même par Japon + Suisse ?
- ◆ Tests en France (ressources humaines ? Aide des Japonais ?)
- ◆ 2 mois nécessaires
- ◆ Expédition : environ 5k€

◆ Si utilisation CITIROC impossible ?

- ◆ Solution SPIROC ?
- ◆ Avait été envisagée, calquée sur CALICE, mais abandonnée car moins bonnes performances

◆ Développement de la carte front-end FEB

- Réutilisation du design de la carte « Baby-MIND » développée par l'Université de Genève
 - Utilisation de chips CITIROC développés par l'Oméga
 - Adaptation de la carte à 4 CITIROCs (au lieu de 3 dans Baby-MIND)
 - Choix d'un nouveau FPGA moins cher et mieux adapté
 - Amélioration du firmware pour une meilleure mesure de temps
 - Optimisation de la carte pour fonctionnement dans ND280 :
 - Carte plus compacte (16 x 16 cm²)
 - Diviser par 2 la consommation (4W au lieu de 8W)
 - Adaptation au champ magnétique (0.2 T)
 - Communication avec des cartes « optical TRx » développées conjointement par les collègues américains
- Design d'un banc de test pour les prototypes
 - Permettant sa réutilisation pour la production si possible
- Production de masse à un endroit encore indéterminé (dépend du plan de financement global du projet)

Responsabilité

LMR

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

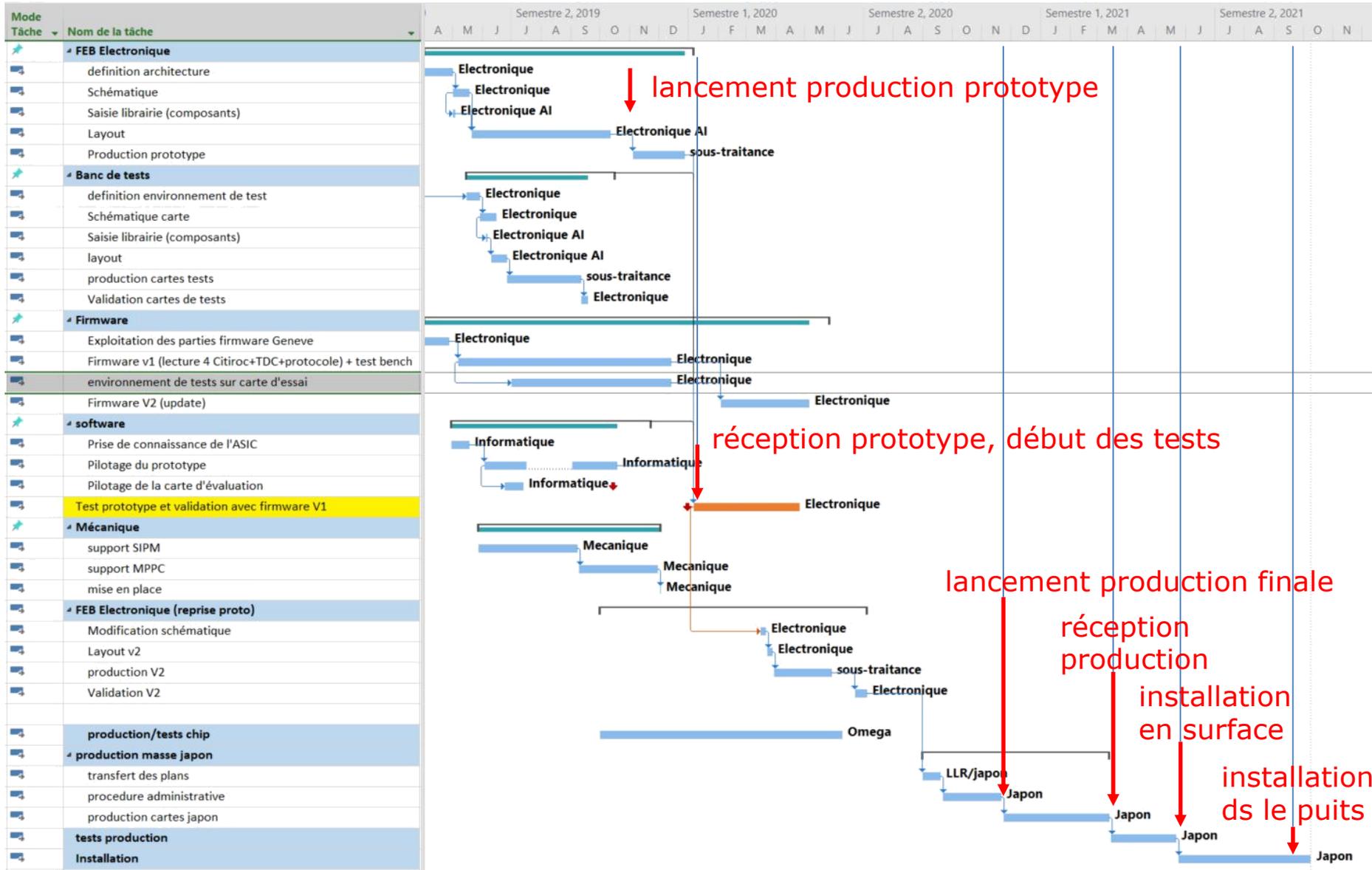
Plan de Développement du Projet

◆ Développement de la carte front-end FEB

- Design « Baby-MIND » choisi pour ses performances
 - Mesure de charge + *time over threshold*, temps, redéclenchement
- Pas de « verrou » technologique, mais des « challenges » :
 - Adaptation au champ magnétique
 - Remplacer les DC/DC existants par des régulateurs, ou alimentations externes
 - Remplacer les inductances existantes par des inductances à air
 - Vérifier le fonctionnement de tous les composants dans le champ
 - Ajouter des protections si nécessaire en cas de coupure rapide du champ
 - Une carte plus compacte
 - Adapter le routage pour une carte haute densité
 - Adapter le routage pour des chips en BGA au lieu de QFP
 - Optimiser les composants pour une moindre consommation et dissipation
 - Optimiser l'évacuation de la chaleur générée
 - 60 000 voies de MPPCs à lire dans 2 racks de 20 x 58 x 180 cm³
 - Grand nombre de cartes dans un espace restreint
 - Adapter le design pour un remplacement facile des cartes dans cet environnement

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Plan de Développement du Projet



Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Analyse de Risques du Projet

Types de risques	Risques (= événements redoutés) identifiés	Proba bilité P (1 à 4)	Gravité G (1 à 4)	Criticité (PxG)	Actions envisagées pour réduire les risques les + critiques, scenarii de repli
Externes au projet (contexte, environnement)	Retard global projet dû à un problème sismique	1	4	4	Aucune action possible
	Réduction du budget J-PARC (incidence sur le calendrier de production des résultats scientifiques)	2	1	2	Aucune action possible
	Retard sur une autre partie du projet (cartes MPPCs, Optical TRx, masterclock)	1	2	2	Aucune action possible
Scientifiques & techniques	Dégradation signaux analogiques dans câbles longs	1	3	3	Tests sur prototype aux USA cette année
	Problème de compatibilité avec le champ magnétique	1	4	4	Tests à Genève, Alim. extérieures si besoin
	Problème d'évacuation de la chaleur dû à la compacité	2	3	6	Tests du prototype avec caméra thermique
	Difficulté de maintenance due à l'intégration dans un espace limité	3	2	6	Choix d'un montage en « tiroirs » sans aucun câble devant les cartes
Liés aux sous- traitants	Augmentation du coût du chip CITIROC par rapport au tarif évoqué lors des discussions initiales avec Christophe de la Taille	3	4	12	Demande de négociation rapide entre l'IN2P3 et Omega / Weeroc
	Obsolescence technologie CITIROC AMS 0.35	1	4	4	Développement nouvelle technologie impossible dans le temps et le budget impartis, mais demande d'un profil de dépense permettant la commande des chips avant fin 2019
Humains & organisationnels					

Upgrades de T2K/ND280 : le Super-FGD

Demandes auprès de l'IN2P3

◆ **Demande de soutien de l'IN2P3 pour le projet**

- Pas de demande de matériel ou de locaux
- Demandes financières : **290 k€**
- Demandes RH
 - **Demandes principales satisfaites en interne par le LLR**
 - **Possibilité de demande RH auprès de l'IN2P3** pour test des chips CITIROC selon solution trouvée avec Omega pour la fourniture de ce composant.
Typiquement : **2~3 mois de technicien**

◆ Rappel

- ◆ Il s'agit d'un projet s'insérant dans un programme à visée double :
 - ◆ Réduire les erreurs pour améliorer mesure physique (δ_{CP}) de T2K
 - ◆ Préparer ND280 pour la phase **T2HK**

◆ Principales Conclusions

◆ Plan Management

- ◆ La hiérarchie des responsabilités va se préciser dans la collaboration
- ◆ Prise de responsabilité management sur Super-FGD Electronics ?

◆ Plan de Développement

- ◆ Contour responsabilités du LLR bien défini (FEB + interfaces)
- ◆ Développement réalisable dans le temps imparti, avec les moyens humains disponibles connus au LLR.

→ Plan de développement conditionné au financement CITIROC

◆ Analyse de Risques

- ◆ Risques techniques sous contrôle
- ◆ Risque financier (coût CITIROC) : transfert de risque à l'IN2P3
⇒ éclaircissement très rapide de la situation avec OMEGA/Weeroc.

◆ Demandes de soutien IN2P3

- ◆ Demande financière 290 k€ + éventuellement 2~3 mois Technicien