

Equipe Neutrino

Tourniquet de la section 01

Laboratoire LAPP

Bilan 2014-19

Composition actuelle

Chercheurs:

5 permanents + 1 émérite

- Isabelle de Bonis (MCF)
 - Dominique Duchesneau (DR)
 - Yannis Karyotakis (DR)
 - Laura Zambelli (CRCN)
 - Pablo Del Amo Sanchez (MCF)
 - Henri Pessard (émérite)
- } WA105/DUNE
- } STEREO

1 postdoc:

- Alessandro Minotti, SuperNEMO (+ D.Duchesneau)
Postdoc IN2P3 (depuis nov 2017, contrat se terminera en mai 2020)

2 doctorants:

- Loïc Labit (depuis oct. 2018): **STEREO**, Encadrement: P. Del Amo Sanchez, financement école doctorale
- Pablo Kunze (depuis oct. 2019): **DUNE**, Encadrement: L. Zambelli, financement bourse CNRS

Évolution récente (depuis 2014)

- **Permanents**

- + Laura Zambelli (CRCN) arrivée en 2018

- **Postdocs**

- Alberto Remoto , SuperNEMO, financement labex Enigmass, de 2013 à 2017
 - Wassila el Kanawati, STEREO, financement IN2P3, de 2014 à 2016
 - Laura Zambelli , WA105/DUNE, financement du labex Enigmass; de 2016 à 2018.
 - Viktoiryra Sergeyeva, STEREO, financement IN2P3, de 2016 à 2018
 - **Alessandro Minotti, SuperNEMO, financement IN2P3, de 2017 à 2020**

- **Thèses soutenues**

- **Luis Manzanillas**, *Development of the source calibration system of the STEREO experiment and search for sterile neutrinos at the ILL*, dirigée par P. del Amo Sanchez, financement école doctorale, Oct 2016
 - **Thibaud Le Noblet**, *Background studies and design optimisation of the SuperNEMO demonstrator module : search for $2\nu\beta\beta$ and $0\nu\beta\beta$ decays of ^{116}Cd into the excited states of ^{116}Sn with NEMO-3*, dirigée par D. Duchesneau & A. remoto, financement école doctorale, Oct 2017
 - **Anne Chappuis**, *Étude et simulation de la lumière de scintillation produite et se propageant dans une chambre à dérive double-phase à argon liquide, dans le contexte du projet DUNE* dirigée par I. Debonis, financement labex Enigmass, Oct 2018

Organisation et fonctionnement

L'équipe neutrino couvre des activités sur 3 projets
(2 à court terme et 1 à long terme):

Projets en cours:

- **STEREO:** resp. **P. del Amo Sanchez**, H. Pessard + L. Labit (PhD)
- **SuperNEMO:** resp. **D. Duchesneau**, A. Minotti
- **WA105/DUNE:** I de Bonis, resp. **D. Duchesneau**, Y. Karyotakis, L. Zambelli + P. Kunze (PhD)

Une activité dans la période 2014-2019 (analyse finale, publications) à présent terminée:

OPERA: P. del Amo Sanchez, **D. Duchesneau**, H. Pessard (membre du comité de publication et talks)

Les membres du groupe s'investissent dans 1 activité principale liée à 1 projet donné. Format d'équipe souhaitable: 1 ou 2 permanents + 1 post doc + 1 étudiant de thèse

- Chaque équipe se réunit dans le cadre de son projet avec les équipes techniques correspondantes de manière régulière
- Sur la base mensuelle: 1 réunion regroupant les chercheurs pour présenter discuter les avancées, les idées et suivre les autres projets.

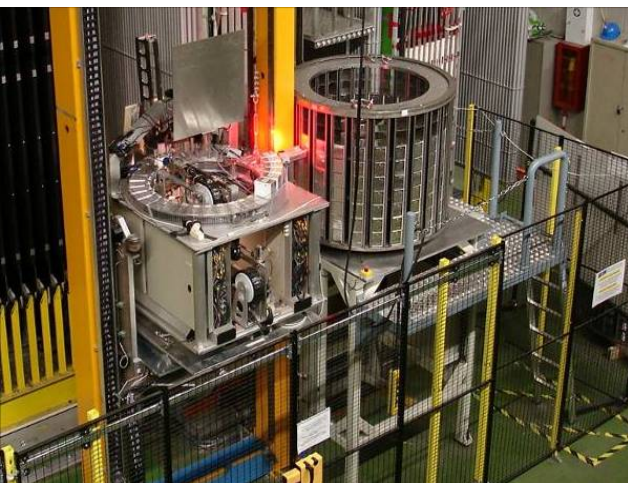
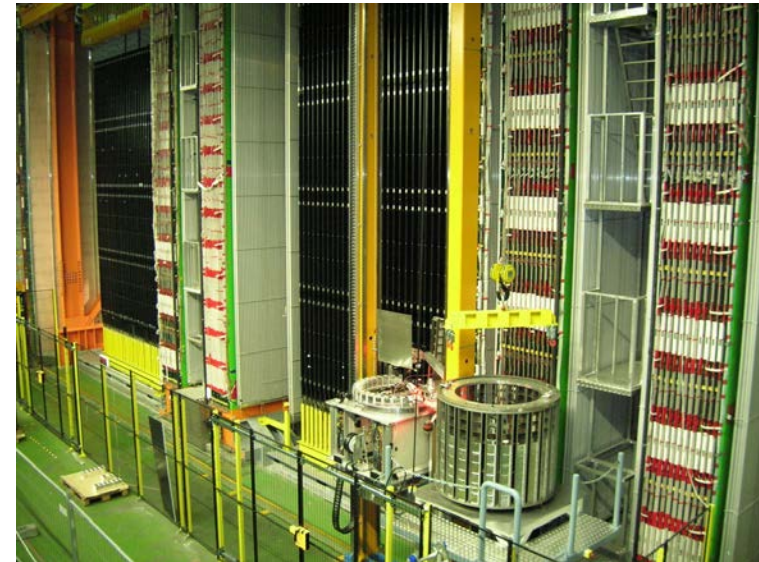


Faits marquants (1/4)

La poursuite de l'exploitation du détecteur **OPERA** après l'arrêt du faisceau CNGS fin 2012:

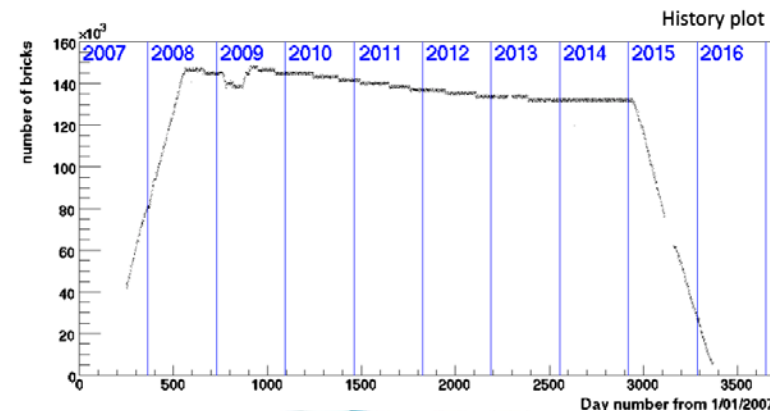
- Extraction des derniers blocs cibles (26100 au total)
- Décommissioning du détecteur;
- Fin de l'analyse des émulsions;
- Complétion des analyses en 2018;
- Dernières publications en 2019.

Résultats notables: découverte apparition du $\nu\tau$; recherche d'oscillations $\nu\mu \rightarrow \nu e$; limites sur les neutrinos stériles.



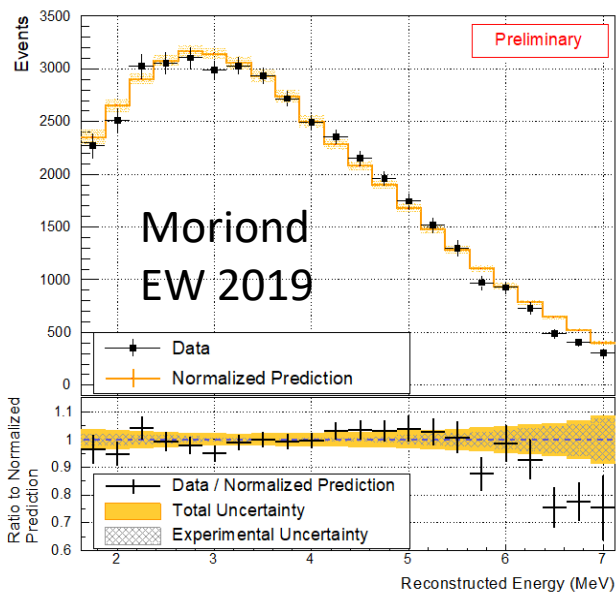
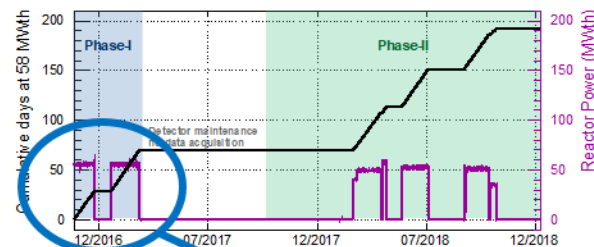
Avec les manipulateurs construits et gérés par le LAPP:

- extractions de cibles en 2014;
- dépose complète des cibles en 18 mois, 2015-2016



- **Installation et démarrage de STEREO (2016)**
 - Article détecteur JINST 13, 07 (2018): P07009
- **Les premiers résultats (2018):**
 - Phys.Rev.Lett. 121 (2018) no.16, 161801

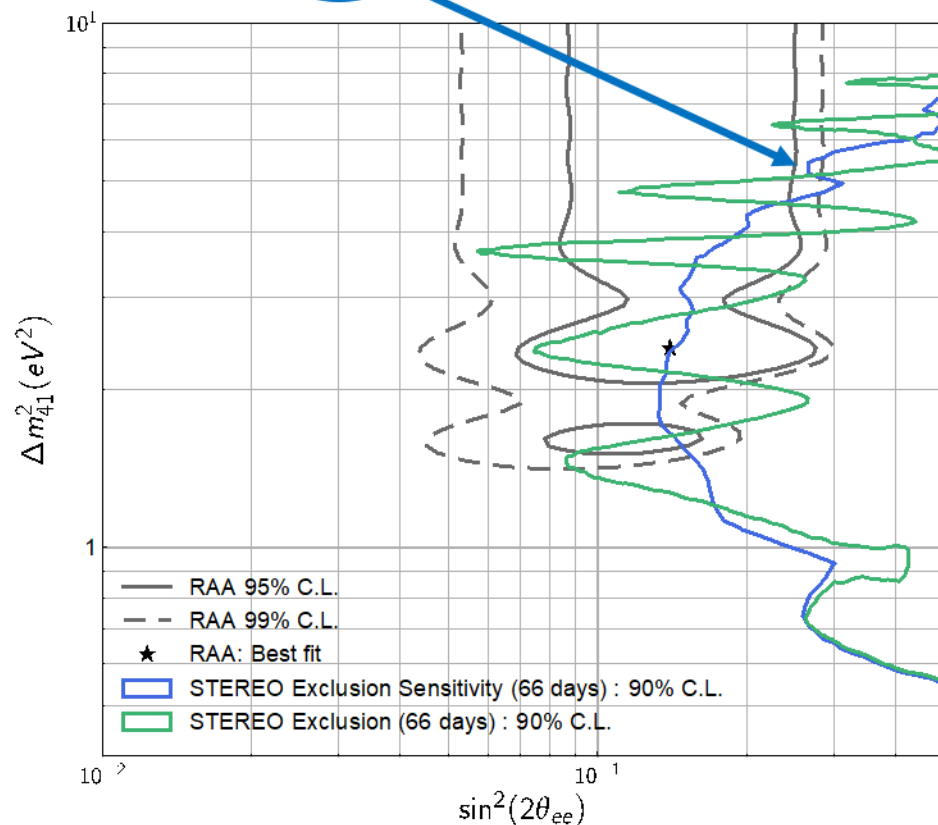
Avec $< 1/3$ de la stat totale, STEREO exclut une partie significative de l'espace des paramètres des anomalies Réacteur et Gallium, dont le point le plus probable à 98% C.L.



Mesure spectre ν réacteur ~pur ^{235}U en cours...

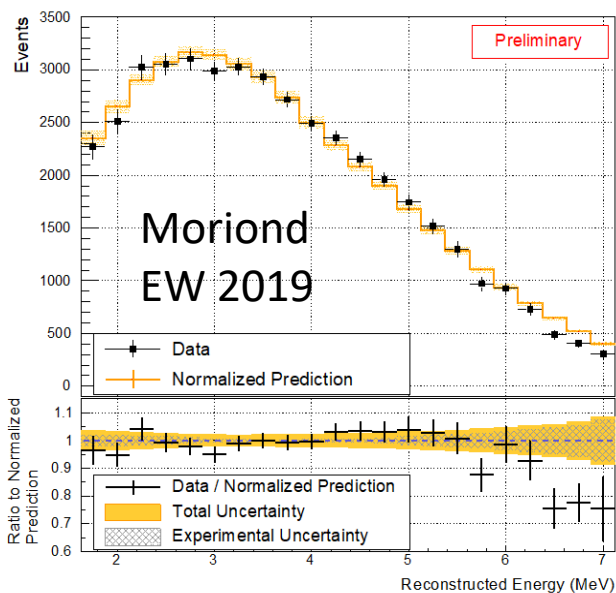
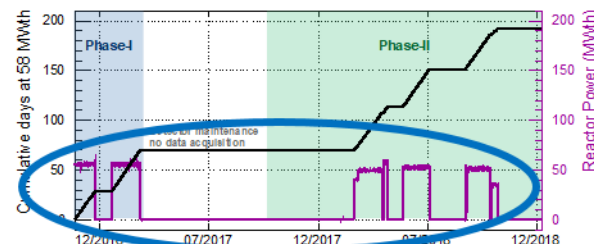
To bump or not to bump ?

Equipe Neutrino - LAPP - Tourniquet 01



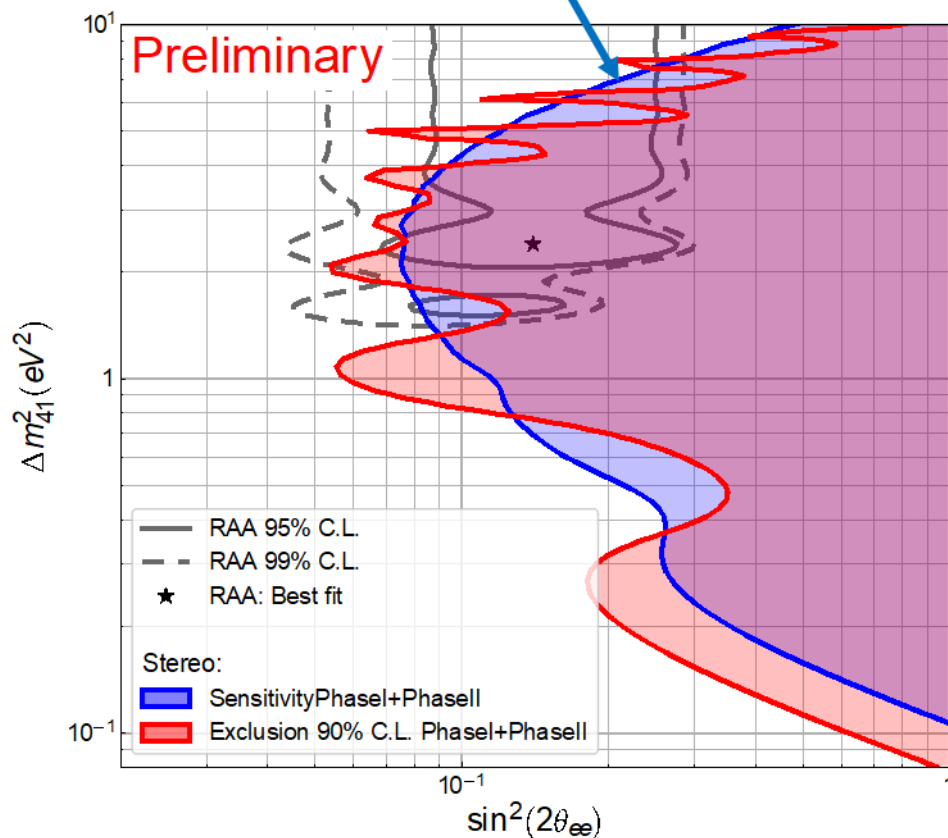
- **Installation et démarrage de STEREO (2016)**
 - Article détecteur JINST 13, 07 (2018): P07009
- **Les premiers résultats (2018):**
 - Phys.Rev.Lett. 121 (2018) no.16, 161801

Avec $< 1/3$ de la stat totale, STEREO exclut une partie significative de l'espace des paramètres des anomalies Réacteur et Gallium, dont le point le plus probable à 98% C.L.



Mesure spectre ν réacteur ~pur ^{235}U en cours...

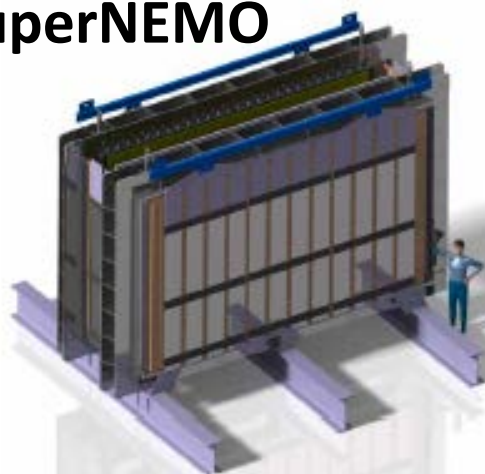
To bump or not to bump ?



Faits marquants (3/4)

La fin de la production des feuilles source de ^{82}Se pour le démonstrateur et l'installation au LSM

SuperNEMO



Actualités

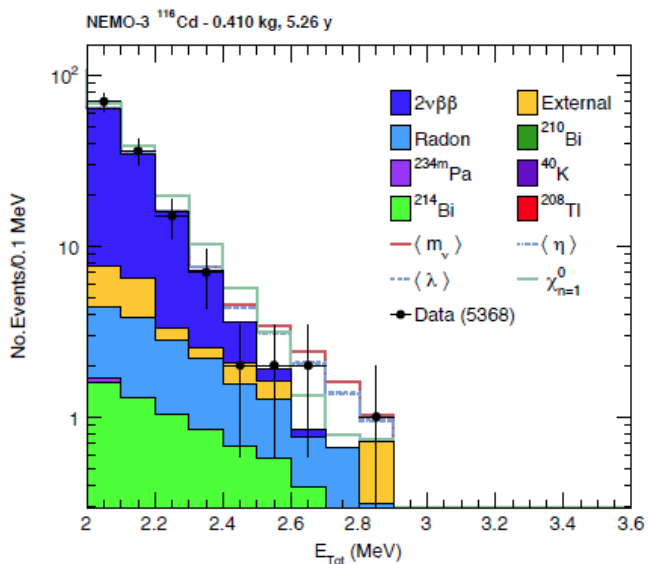
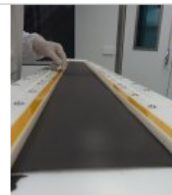
8 décembre 2017

Production des feuilles sources de SuperNEMO, une étape clé

Le 3 octobre 2017, après 4 ans de Recherche & Développement et de production, la dernière feuille source pour le démonstrateur SuperNEMO (Neutrino Ettore Majorana Observatory) a été produite. Il (...)

[Lire la suite](#)

[Toutes les actualités](#)

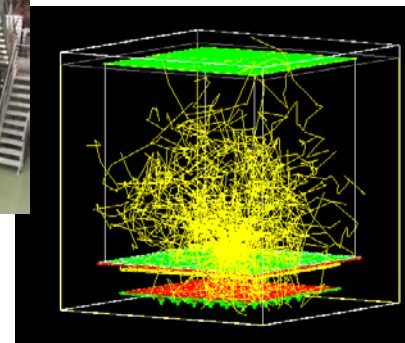


La recherche de la désintégration double beta sans émission de neutrino du ^{116}Cd avec NEMO3

Phys.Rev. D95 (2017) no.1 012007 (analyse LAPP)

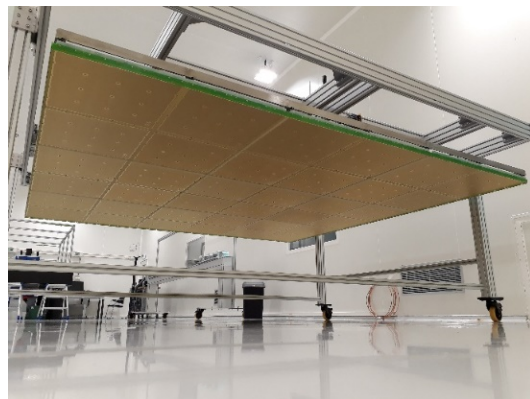
Analyse et simulations des TPC double phase:

- Analyse des données du prototype 3x1x1
=> Papier sur le détecteur (**JINST 13, 2018, P11003**)
- Préparation de publications sur les analyses du 3x1x1.
- Travaux de simulation sur la lumière de scintillation dans l'argon liquide et développement de la reconstruction dans les TPC ProtoDUNE et DUNE



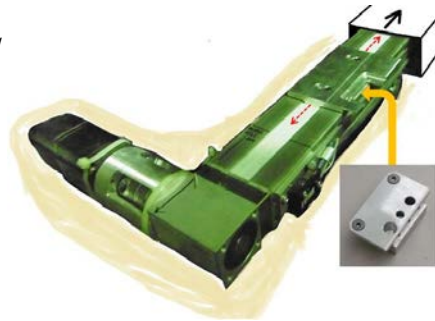
Simulation et optimisation des faisceaux pour ProtoDUNE-SP et ProtoDUNE-DP

Construction des plans de lecture (CRP) et installation de ProtoDUNE-DP



STEREO

- Système de calibration avec sources radioactives
- Blindages: réalisation, support mécanique
- Déplacement sur coussins d'air
- Installation et commissioning au réacteur de l'ILL



équipe technique

Mécanique: N. Allemandou, G. Deleglise, F. Peltier

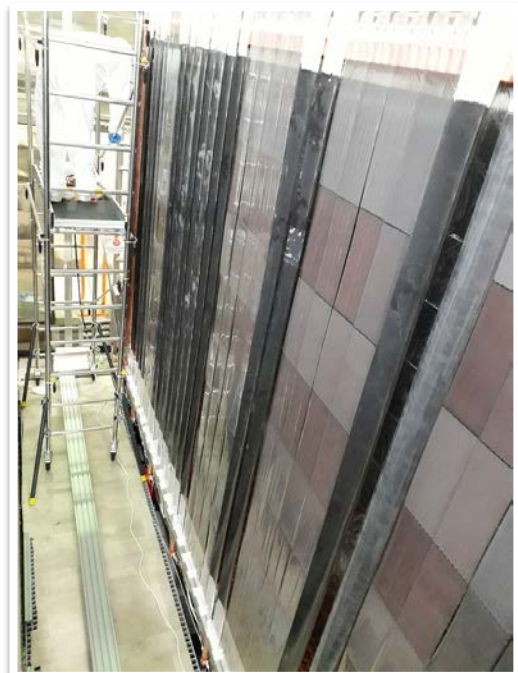
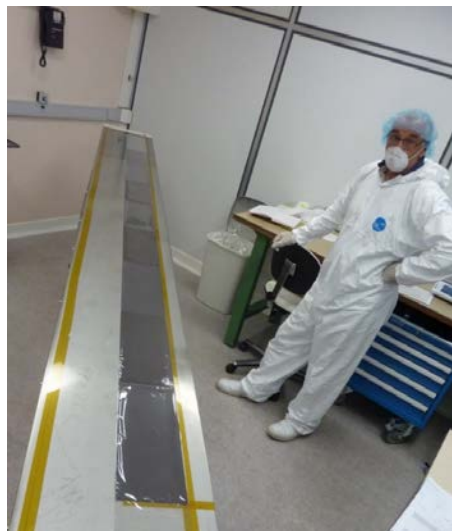
Automatisme: I. Monteiro

Electronique: S. Vilalte

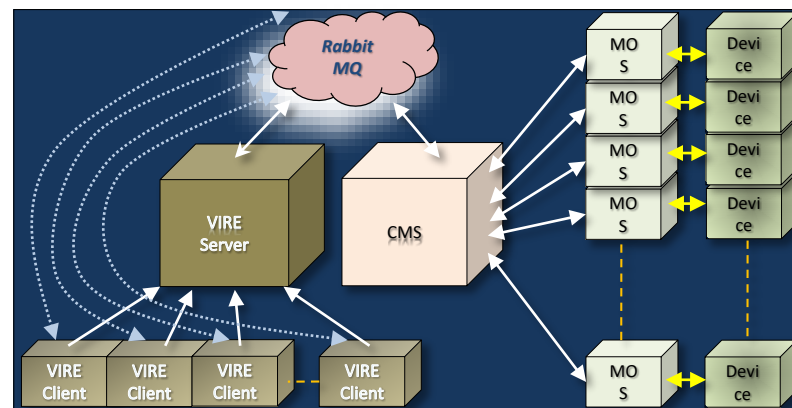
Contributions techniques

SuperNEMO démonstrateur

- développement des feuilles sources de double beta



- développement du ‘Slow control’
- Installation, commissioning au LSM



équipe technique

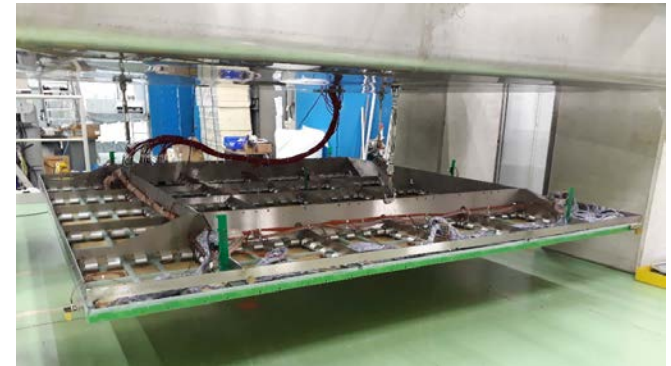
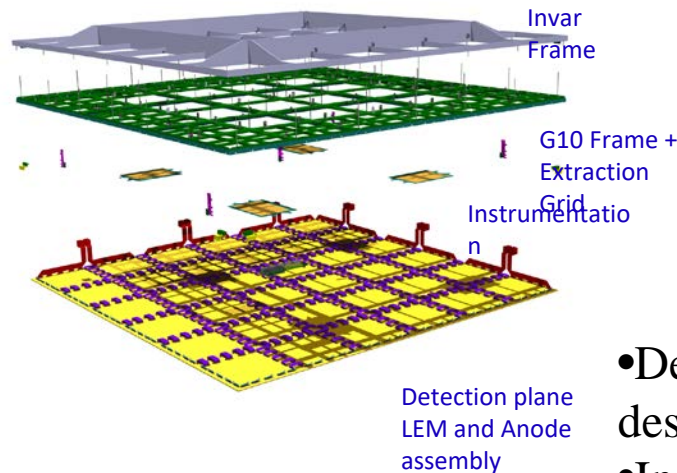
Mécanique: **A. Jeremie**

Informatique: **T. Le Flour, S. Lieunard, J.L. Panazol**

Electronique: **E. Chabanne**

WA105/DUNE

- développement de la mécanique des plans de lecture de la TPC argon liquide
- Développement et réalisation du système automatisé de contrôle du positionnement du plan de lecture dans le cryostat de NP02



- Développement d'une partie de l'électronique de lecture des PMTs
- Installation, commissioning sur la plateforme neutrino du CERN de ProtoDUNE-DP

équipe technique

Mécanique: B. Aimard,, N. Geffroy, F. Peltier

Automatisme: G. Balik, L. Brunetti

Electronique: S. Cap, C. Drancourt, A. Dalmaz, S. Vilalte



Bilan de publications (2014-19)

25 articles dans journaux avec referee

Les 7 plus significatives avec contributions du groupe:

- 1) Agafonova N., **Del Amo Sanchez P., Duchesneau D., Favier J., Pessard H., Zghiche A.** et al. OPERA Coll.
Evidence for $\eta_m \rightarrow \eta_t$ appearance in the CNGS neutrino beam with the OPERA experiment
Physical Review D 89 (2014) 051102 <http://hal.in2p3.fr/in2p3-00926650>
- 2) Agafonova N., **Del Amo Sanchez P., Duchesneau D., Pessard H.** et al. OPERA Coll.
Discovery of tau neutrino appearance in the CNGS neutrino beam with the OPERA experiment
Physical Review Letters 115 (2015) 121802 <http://hal.in2p3.fr/in2p3-01174759>
- 3) Arnold R., **Duchesneau D., Le Noblet T., Remoto A.** et al., NEMO-3 Coll.
Measurement of the $2\nu\beta\beta$ Decay Half-Life and Search for the $0\nu\beta\beta$ Decay of ^{116}Cd with the NEMO-3 Detector
Physical Review D 95 (2017) 012007 <https://hal.archives-ouvertes.fr/in2p3-01766477>
- 4) Barabash A.S., **Duchesneau D., Jeremie A., Le Noblet T., Remoto A.** et al., SuperNEMO Coll.
The BiPo-3 detector for the measurement of ultra low natural radioactivities of thin materials Journal of Instrumentation 12 (2017) P06002
<http://hal.in2p3.fr/in2p3-01480194>
- 5) **Allemandou N., del Amo Sanchez P., Deleglise G., El Kanawati W., Favier J., Gomes Monteiro I., Manzanillas L., Minotti A., Peltier F., Pessard H., Sergeyeva V.** et al., STEREO Coll.
The STEREO Experiment
Journal of Instrumentation 13 (2018) P07009 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01781948>
- 6) **Del Amo Sanchez P., Favier J., Manzanillas L., Minotti A., Pessard H., Sergeyeva V.,** et al., STEREO Coll.
Sterile neutrino constraints from the STEREO experiment with 66 days of reactor-on data
Physical Review Letters 121 (2018) 161801 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01818132>
- 7) **Aimard B., Balik G., Chappuis A., De Bonis I., Duchesneau D., Geffroy N., Karyotakis Y., Pessard H., Remoto A., Vilalte S., Zambelli L.**
A 4 tonne demonstrator for large-scale dual-phase liquid argon time projection chambers
Journal of Instrumentation 13 (2018) P11003 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-018279690>

Visibilité et rayonnement

Présentations en conférences:

- ❑ 17 talks and 5 posters in 10 international conferences and 3 talks in 2 national events
- ❑ 3 talks dans 2 événements nationaux

Talks principaux:

2014 :

- ICHEP2014 (P. del Amo Sanchez), NOW2014 (A. Remoto)

2015 :

- NEUTEL2015 (A. Remoto), HEP-EPS2015 (A. Remoto), HEP-EPS2015 (P. del Amo Sanchez)

2016 :

- Neutrino2016 plénier (D. Duchesneau), Neutrino2016 plénier (L. Zambelli), NOW2016 (L. Manzanillas)

2017 :

- HEP-EPS2017 (V. Sergeyeva), Rencontres du Vietnam: Neutrino (L. Zambelli), TAUP2017 (T. Le Noblet), NuPhys2017 (P. del Amo Sanchez)

2018 :

- NOW2018 (V. Sergeyeva)

2019 :

- EPS2019(P. del Amo Sanchez)), Lomonosov 2019 (A. Minotti), Lidine2019 (L. Zambelli), TAUP2019 (L. Zambelli)

Visibilité et rayonnement

- **Organisations de conférences, workshops, réunions de collaboration**
 - Ecole Graspà de 2014 à 2018
 - Réunions de collaboration au LAPP: STEREO (2018), SuperNEMO (2019)
- **Actions de communication**
 - Participation annuelle de tous les membres aux activités de la 'Fête de la Science' et des journées Portes Ouvertes du LAPP tous les 2 ans.
 - Conférences grand public sur les Neutrino en 2016 et 2017 à Annecy, Chambéry et Archamps dans le cycle « Amphi pour Tous » organisé par Université Savoie Mont Blanc (D. Duchesneau)
 - Participation au Café scientifique 'Pint of Science' en 2018 (L. Zambelli)
 - Séminaires dans les lycées dans le cadre de l'année de l'antimatière (mars 2019) (P. del Amo Sanchez)
- **Articles:**
 - Participation à un chapitre spécial Neutrino dans « Carnets de Sciences » du CNRS #5 Nov. 2018 (D. Duchesneau)
 - Participation à une édition spéciale de Sciences et Avenir intitulée 'Neutrino, la plus mystérieuse des particules', Oct 2018 (D. Duchesneau)

Responsabilités scientifiques

STEREO

- P. del Amo Sanchez est responsable LAPP de l'ANR STEREO
- H. Pessard chairman du comité de publication et talks de STEREO
- H. Pessard et P. del Amo Sanchez membres de de l'Executive Committee' de STEREO

WA105/DUNE

- D. Duchesneau: membre du groupe coordination technique TCn de ProtoDUNE-DP depuis nov 2017, membre de l'Executive Board' et du Collaboration Board de DUNE
- Y. Karyotakis: Responsable de l'instrumentation faisceau pour NP02 et NP04
- L. Zambelli: Co-responsable du WG simulation/physique du consortium de DUNE sur « Dual Phase Light Photon Detection System » , co-responsable du groupe « Analyse du 3x1x1 »
- D. Duchesneau: responsable du consortium « CRP » et responsable technique du consortium « Dual Phase Light Photon Detection System » de DUNE

Responsabilités techniques

- G. Deleglise: responsable intégration mécanique STEREO
- E. Chabanne: responsable du 'Slow Control' de SuperNEMO.
- A. Jeremie: coordinatrice technique de SuperNEMO
- A. Minotti: co-responsable du Detector Operation Group

Enseignement, animation, gestion

Enseignement:

- **I. de Bonis** : enseignement à l'IUT, co-responsable de l'enseignement de physique au département GE2I de l'IUT d'Annecy.
- **I. de Bonis** : encadrement de 3 à 4 étudiants PhD qui effectuent des tâches d'enseignements dans le cadre du label RES de l'Ecole Doctorale de Grenoble.
- **P. del Amo Sanchez** : enseignement à l'Université Savoie Mont-Blanc; dispense aussi un cours de M2 à l'Université Grenoble Alpes: "Particules élémentaires et interactions fondamentales I & II" avec I. Schiebein du LPSC

Activités d'encadrement:

- 1 stage de M1 (2014)
- 6 stages de M2 (2014, 2017, 2018, 2019)
- 3 thèses de doctorat (2016, 2017, 2018)
- 2 thèses en préparation (depuis oct. 2018 et oct 2019)

Enseignement, animation, gestion

Participation à l'organisation d'événements scientifiques:

- P. del Amo Sanchez: co-organisateur de l'école GraSPA Physics School à Annecy de 2013 à 2019: destinée aux étudiants de 3eme et 4eme année de physique pour introduire la physique des particules, astroparticules et ondes gravitationnelles.
- I. de Bonis co-organise les séminaires de physique expérimentale au LAPP depuis 2016
- Convener des sessions des Journées de Rencontres Jeunes Chercheurs (JRJC) en 2015 (A. Remoto), 2018 et 2019 (L. Zambelli).

Participation à des conseils scientifiques et autres structures:

- D. Duchesneau: membre du **Conseil Scientifique IN2P3** de 2014 à 2018 et membre du Conseil Scientifique de Subatech de 2014 à 2016
- Y. Karyotakis: membre du **Conseil Scientifique de Frascati** jusqu'en 2018 et du CS du CEA/Irfu
- I. de Bonis: membre du **conseil de laboratoire et comité scientifique** du LAPP depuis 2016
- Y. Karyotakis président de la **division Champs et Particules de la SFP**
- D. Duchesneau: directeur du **GDR neutrino** jusqu'en 2019 et membre du panel neutrino de l'ICFA.

Projets scientifiques et techniques (à 5 ans)

Programme neutrino LAPP 2019-2025

Les buts scientifiques du programme envisagé ont 2 volets principaux;

- A. Poursuivre les activités en cours de manière à compléter les expériences en prise de données ou à venir et développées depuis 2013. Il s'agit de STEREO à l'ILL et les démonstrateur SuperNEMO au LSM.
- B. Participer au projet DUNE de Long Baseline dans le cadre la découverte de la violation CP dans le secteur leptonique et mesurer la phase CP. Ce projet à long terme va devenir l'activité principale du groupe au delà de 2022 lorsque STEREO aura finalisé leurs résultats .

Résultats attendus:

- Résoudre l'anomalie réacteur et publier des résultats majeurs à partir des données complètes de STEREO
- Analyse du spectre réacteur et la possible distorsion avec un réacteur enrichi en ^{235}U
- Démontrer le potentiel de la technologie TPC argon liquid Double Phase avec ProtoDUNE at CERN
- Démontrer les performance d'une expérience double beta utilisant tracker-calorimètre et publier la meilleure mesure du processus avec le ^{82}Se .

Projets scientifiques et techniques (à 5 ans)



Jalons et perspectives

- maintenance STEREO jusqu'en 2020 (2021)
 - démantèlement STEREO, 2nd semestre 2020 (2021)
- } Contributions techniques

Activités de physique

- étalonnages réguliers avec système LAPP jusqu'à mi-2020 (mi-2021) ; avec le LPSC, nous assurons les tâches de calibration
- Analyse de physique jusqu'en 2021 (2022) :
 - exploitation des données de calibration (*quenching*, réponse optique, stabilité dans le temps, uniformité de la réponse, reconstruction de l'énergie)
 - fit d'oscillation (extraction du signal neutrino, contour d'exclusion dans le plan $\sin(2\theta) - \Delta m^2$)
 - possible combinaison avec autres expériences (PROSPECT, SoLid ?)

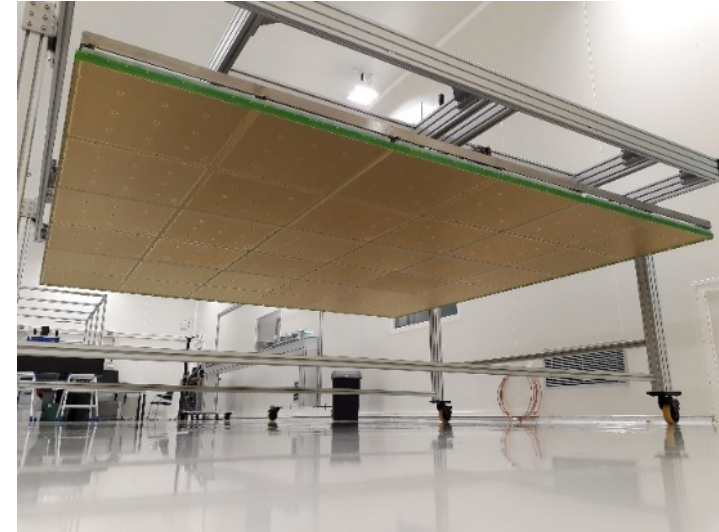
Projets scientifiques et techniques (à 5 ans)



Mécanique-automatisme:

ProtoDUNE-DP:2019-2021

- Retour sur la conception des plans des CRP de ProtoDUNE-DP
- Rédaction du TDR de DUNE
- Développer des upgrades du design en vue d'une 2ème version (phase 2)
- Tester les modifications dans les vrais conditions thermomécaniques
- Automatiser le processus de fabrication de la grille d'extraction



Électronique: capteurs distances et lecture PMTs

DUNE: 2020-2025

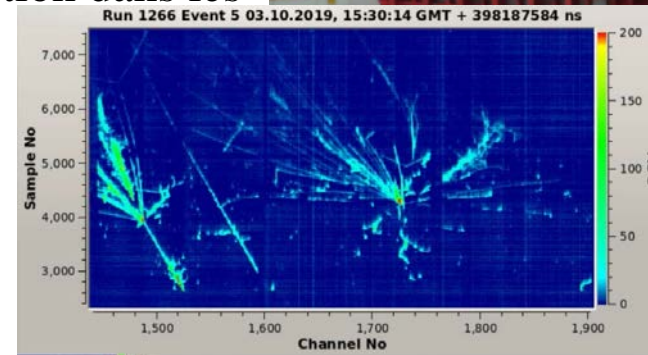
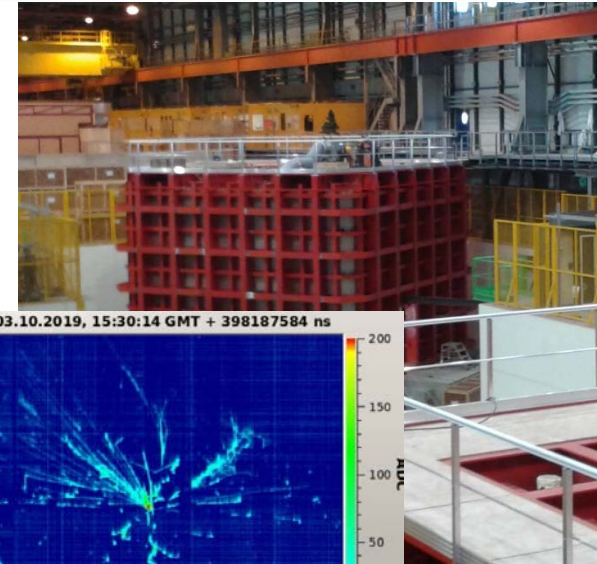
Pour le détecteur lointain de 10kt:

- Travail de conception/optimisation des suspensions CRPs 2020
- Conception outillage de production 2020-2021
- Mise en place des sites de production 2021-2022
- Construction 2023-2024
- Installation et Qualification sur site 2025

Projets scientifiques et techniques (à 5 ans)

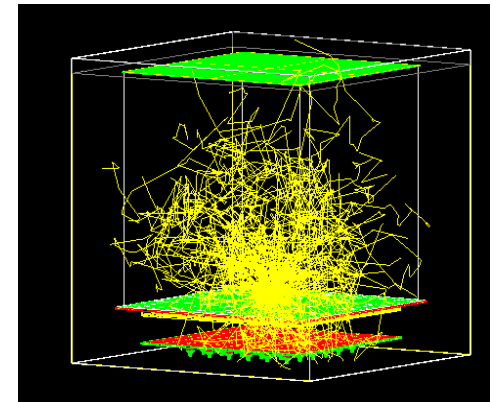


- Analyse des données du 3x1x1 pour publications
- Poursuivre les simulations sur la lumière de scintillation dans l'argon liquide et développer la reconstruction dans les TPC ProtoDUNE et DUNE
- Préparer l'analyse des données du détecteur
 - étiquetage des muons cosmiques avec 6x6x6
 - Reconstruction des traces dans le 6x6x6



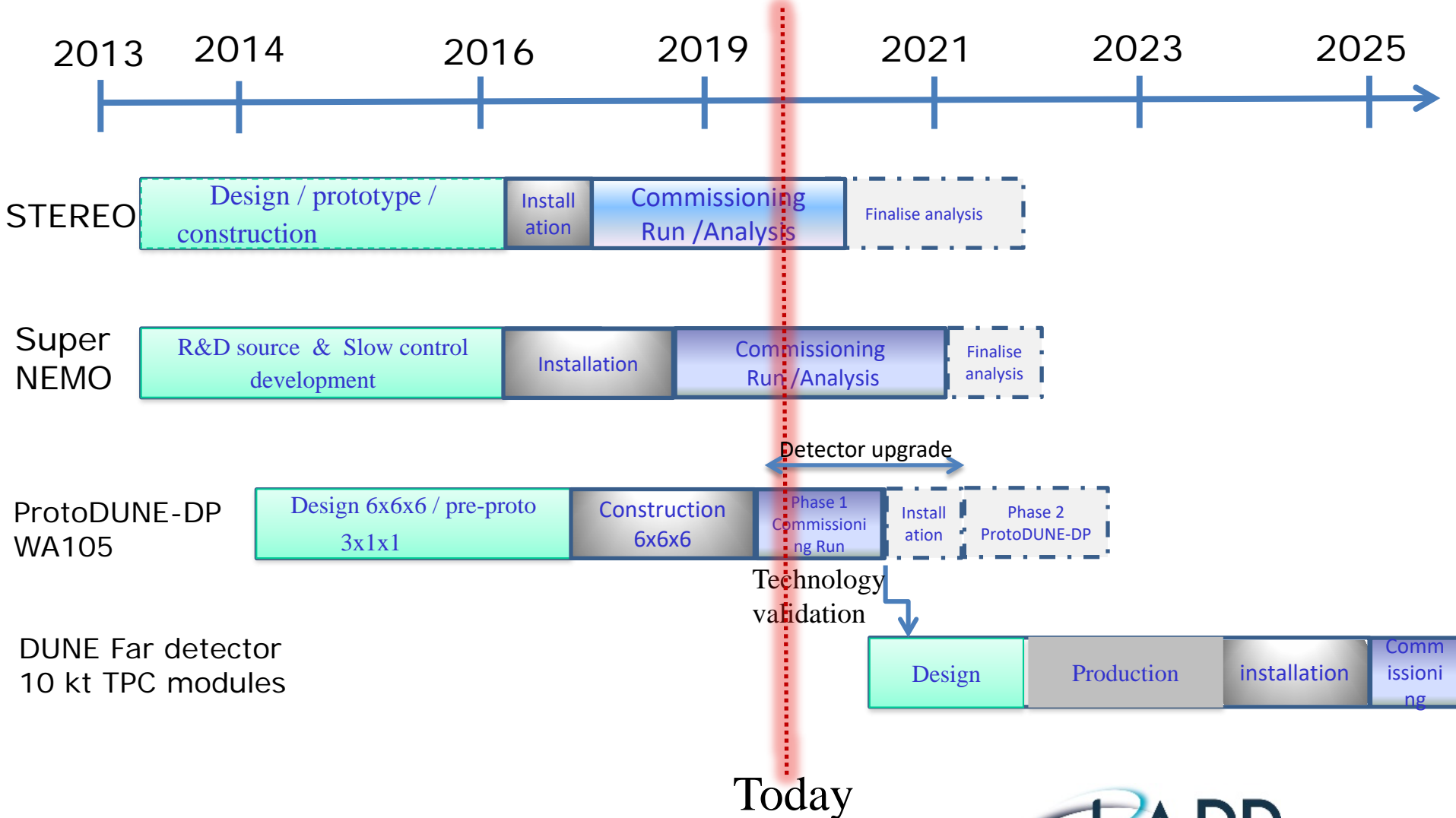
ProtoDUNE-DP et DUNE

- Prise de données cosmiques en 2019-2020
- Analyse et résultats pour valider la technologie de TPC pour DUNE en vue du TDR en 2019.
- Développer les logiciels de reconstruction et simulation
- Explorer le potentiel de DUNE à détecter les Supernovae
- Préparer éventuellement la phase 2 de ProtoDUNE avec les faisceaux de particules chargées



Projets scientifiques et techniques (à 5 ans)

Neutrino activity Timeline for items A and B



Évolution prévue (en personnel)

- Chercheurs:

- La fin du contrat en 2020 de l'unique postdoc actuel du groupe va certainement obliger à abandonner le projet SuperNEMO dont la prise de données démarrera certainement mi 2020.
- Apport externe d'un chercheur permanent serait bénéfique
- Besoin manifeste de postdocs sur SuperNEMO et STEREO
- Une demande de postdoc sera effectuée en 2020
- Une demande de financement de thèse sera faite en 2020
- Après 2022: à la fin du projet STEREO, Pablo devrait rejoindre l'activité sur DUNE.

Auto-analyse SWOT

Strengths:

- Long-term expertise on neutrino physics at LAPP
- Contributions to key topics of neutrino physics
- Geographical proximity of the exp. sites (ILL, LSM and CERN neutrino platform)
- STEREO
 - Leverage of pre-existing expertise on calibration, liquid scintillator detectors, reactor neutrino physics; training of new generation in these topics
 - Key physics results on short time-scale
 - Nearly continuous presence of PhD students.
- SuperNEMO
 - Recognised expertise in working on low radioactivity experiment
 - Short time scale neutrino physics results
- WA105/DUNE
 - Recognised expertise in neutrino long baseline experiment (LBL)
 - Early participation to third generation LBL since conceptual design
 - Pioneering physics work on scintillation light in LArTPC
 - Physics and hardware topics cover key aspects of dual phase LAr experiment

Weaknesses:

- Difficult to get PhD students even with the group supervision capacity
- The STEREO group is small and postdoc positions are missing in order to profit from the physics output
- The dual phase collaboration part is too small with respect to the goal of building a DUNE far detector for the time being
- The SuperNEMO demonstrator construction delay and technical difficulties have weakened its position as a competitor for next generation double beta decay experiments

Opportunities:

- STEREO
 - Solve Reactor Antineutrino Anomaly in short time-scale
 - Help solve the “Reactor Spectrum Bump” puzzle by publishing key, long-hoped-for element: nearly pure 235U reactor neutrino spectrum
 - Acquisition of new skills (nuclear physics)
- SuperNEMO
 - Acquisition of low radioactivity techniques
- WA105/DUNE
 - Expertise acquired on dual phase LAr TPC can be exported to other projects using similar technologies (neutrino and dark matter experiments).
 - The activity in DUNE allows access to single phase data and analysis: possibility to do common studies already at the level of ProtoDUNE detectors
 - Involve engineering team to participate in the design and development of a large project for a DUNE far detector

Threats:

- Lack of human resources and loss of the expertise having no possibility to fully exploit the STEREO and SuperNEMO data from now to 2021.
- STEREO
 - Competition from other experiments
 - Vanishing support for the experiment during the remaining time (till 2022)
- SuperNEMO
 - No PhD and postdoc in the coming years to analyse the data and keep a foot in the double beta decay field => loss of expertise
- WA105/DUNE
 - The dual phase technology may not be mature enough to be scaled in the needed time frame for a second far detector module
 - DUNE international funding not yet fully defined for the 4 far detector modules
 - Experimental site is far geographically for the construction and commissioning