



# Institut national de physique nucléaire et de physique des particules

in2p3.cnrs.fr

A composite image featuring a dark space background. On the left, numerous thin, glowing lines in yellow, orange, and red radiate from a central point, resembling particle tracks or a particle detector's output. On the right, a colorful nebula with shades of purple, pink, and blue is visible against the starry background.

Sonder les infinis : des particules au cosmos

**Visite des équipes thématiques  
Astroparticules & cosmologie**

Equipe RCMN (Rayons Cosmiques et Matière Noire) – groupe XENON

LPNHE

# Composition de l'équipe de recherche

- Responsable scientifique de l'équipe : Luca SCOTTO LAVINA
- Budget annuel soutien équipe (hors budget projets) : 30k€

## Liste des chercheurs de l'équipe :

- 3 permanents
  - Luca SCOTTO LAVINA, CR, HDR
  - Bernard ANDRIEU, CR
  - Romain GAIOR, IR-chercheur (30% IR)
- 0 post-doctorants
- 1 doctorant
  - Sid El Moctar AHMED MAOULOUD
    - Sujet : Recherche Matière Noire sub-GeV avec l'expérience XENONnT
    - Origine financement : non IN2P3 (ED STEP'UP)
    - Directeur : Luca SCOTTO LAVINA
    - 10/2019 - 9/2022

# Activités de l'équipe de recherche

- Coopérations/collaborations principales avec l'extérieur (avec équipes locales, nationales, internationales)
  - Collaboration XENON (expériences XENON100, XENON1T, XENONnT)
  - Collaboration DARWIN
  - Coopérations nationales : Subatech (XENON-France), IJCLab (jusqu'au 2021)
  - Coopérations internationales : UChicago (single electrons studies)
- Visiteurs de longue durée (>3 mois) depuis 3 ans (sabbatiques, cofinancés, ...)
- Participations à la communication, à la vulgarisation, à l'enseignement (pour les CNRS)
  - Interventions dans les lycées et collèges (Romain, Luca) – convention F93-CNRS
  - Fête de la science (la totalité du groupe)
  - Réalisation documentaire Matière Noire et Projet XENON (Luca)
    - <https://www.youtube.com/watch?v=VVxUtTr5Xqc> (directed by: L. Di Carlo & E. Sasso)
- Responsabilités hors projets (laboratoire, université, sites, comités, ...)
  - Membre Conseil du Laboratoire LPNHE 2017-2021 (Luca)
  - Bureau élections LPNHE (Luca)
- Organisations d'écoles, de workshops, conférences, ... (2019-2021)
  - Membres du comité d'organisation du GDR DUPhy (Romain, Luca)

- Responsable scientifique de labo du master projet : Luca SCOTTO LAVINA
- Responsable technique de labo du master projet : Romain GAIOR

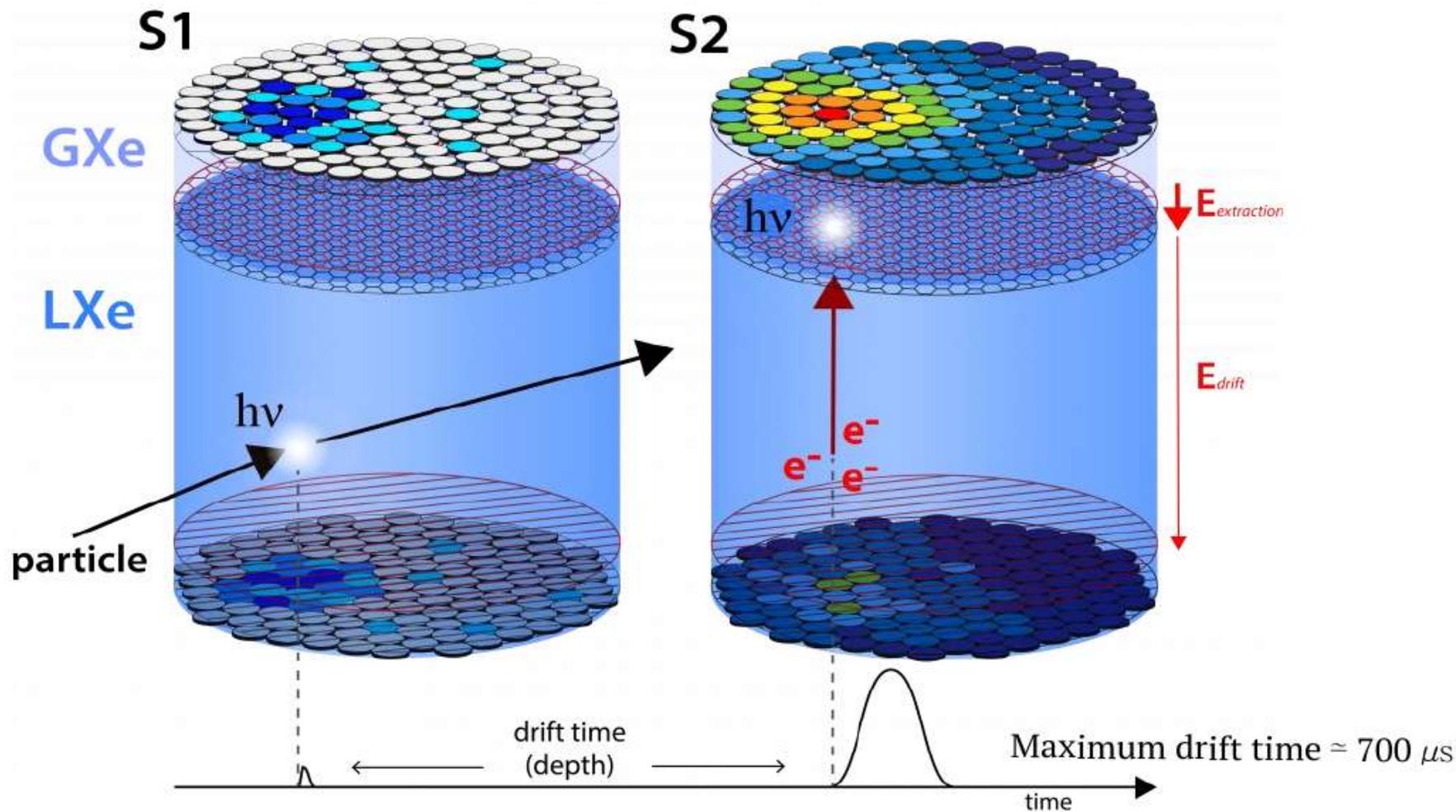
## Liste des chercheurs de l'équipe impliqués dans le projet :

- 3 permanents
  - Luca SCOTTO LAVINA, 80 %, PI XENON, WG leader *Computing*, WG leader *Storage and Recovery System*
  - Bernard ANDRIEU, 90 %
  - Romain GAIOR, 20 %
- 1 doctorant
  - Sid El Moctar AHMED MAOULOUD (100%)

## Liste des ingénieurs et techniciens du laboratoire impliqués dans le projet :

- 3 permanents
  - Olivier DADOUN (20%), Gestion machine XENON LPNHE
  - Patricia WARIN-CHARPENTIER (10%), Gestion comptes XENON LPNHE et CCIN2P3
  - Veronique CRIART : support gestion financière

# Principe de fonctionnement



# Projet XENON



# Faits marquants du projet XENON : XENON1T

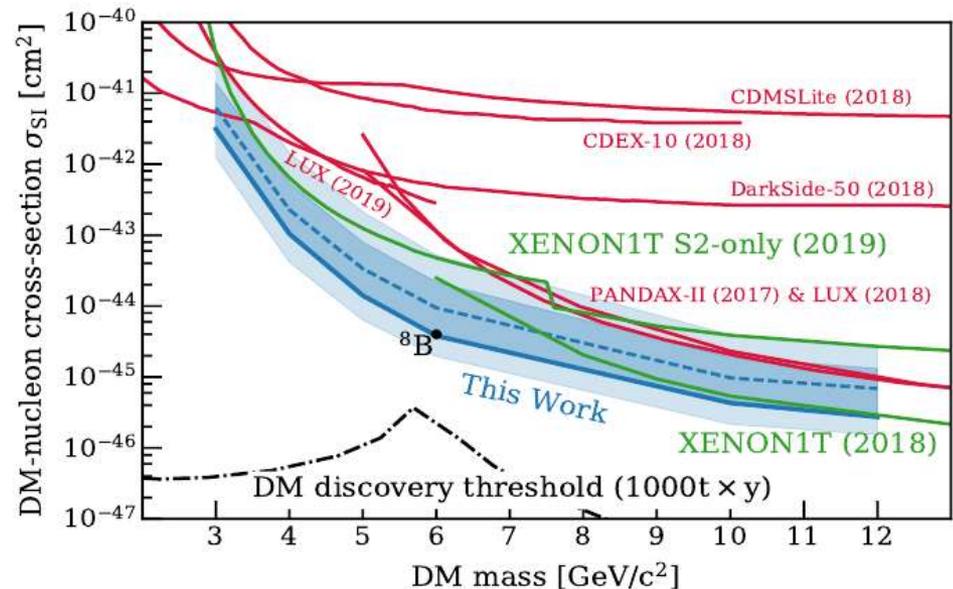
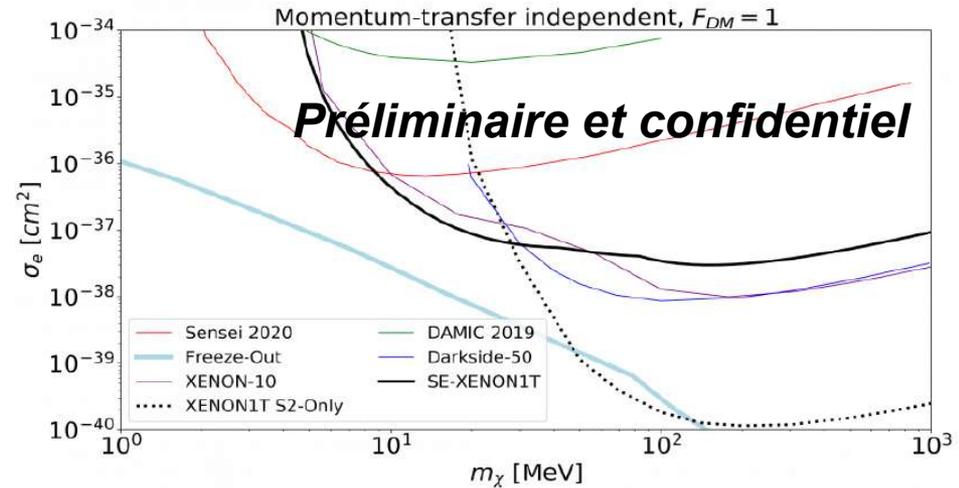
## Papier en cours, contribution principale LPNHE

Amélioration de la sensibilité à la matière noire leptophilique sub-GeV. Papier en cours d'achèvement. J.P.Zopounidis (thèse) *corresponding author*.

Ca sera la dernière analyse XENON1T du LPNHE.

## Papier publié avec une forte contribution LPNHE

*Search for Coherent Elastic Scattering of Solar B-8 Neutrinos in the XENON1T Dark Matter Experiment*, Phys. Rev. Lett. 126, 091301 (2021), arXiv:2012.02846

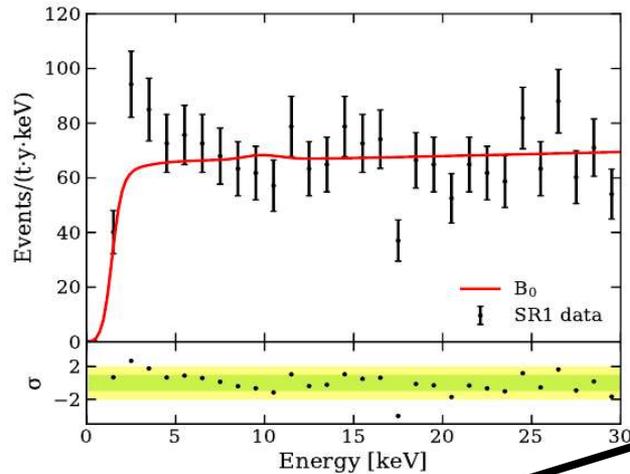
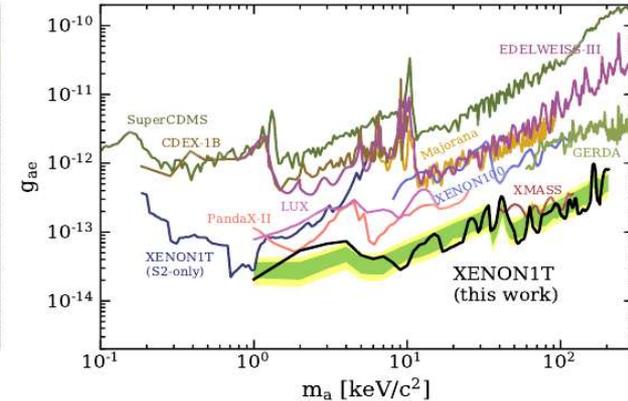
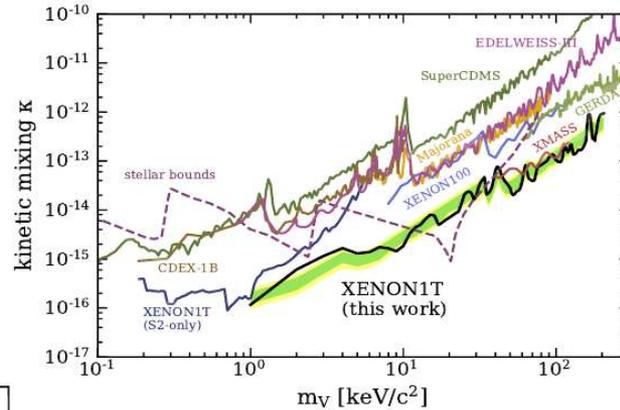


# Faits marquants du projet XENON : XENON1T

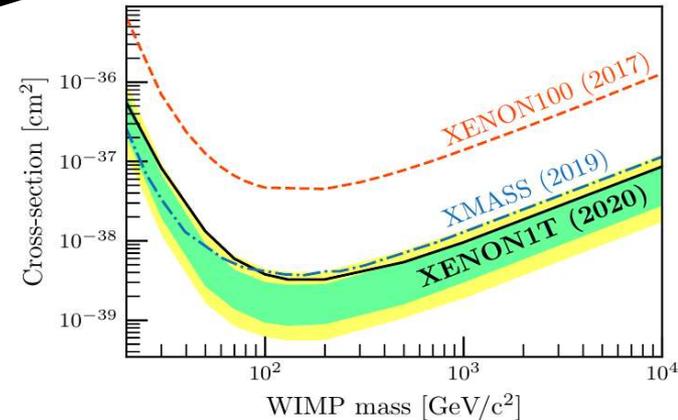
## Papiers publiés avec contribution LPNHE

*Excess Electronic Recoil Events in XENON1T*, XENON Collaboration + X. Mougeot (CEA, LIST), Phys. Rev. D 102, 072004 (2020), arXiv:2006.09721.

Il inclue aussi les limites sur la matière noire bosonique.

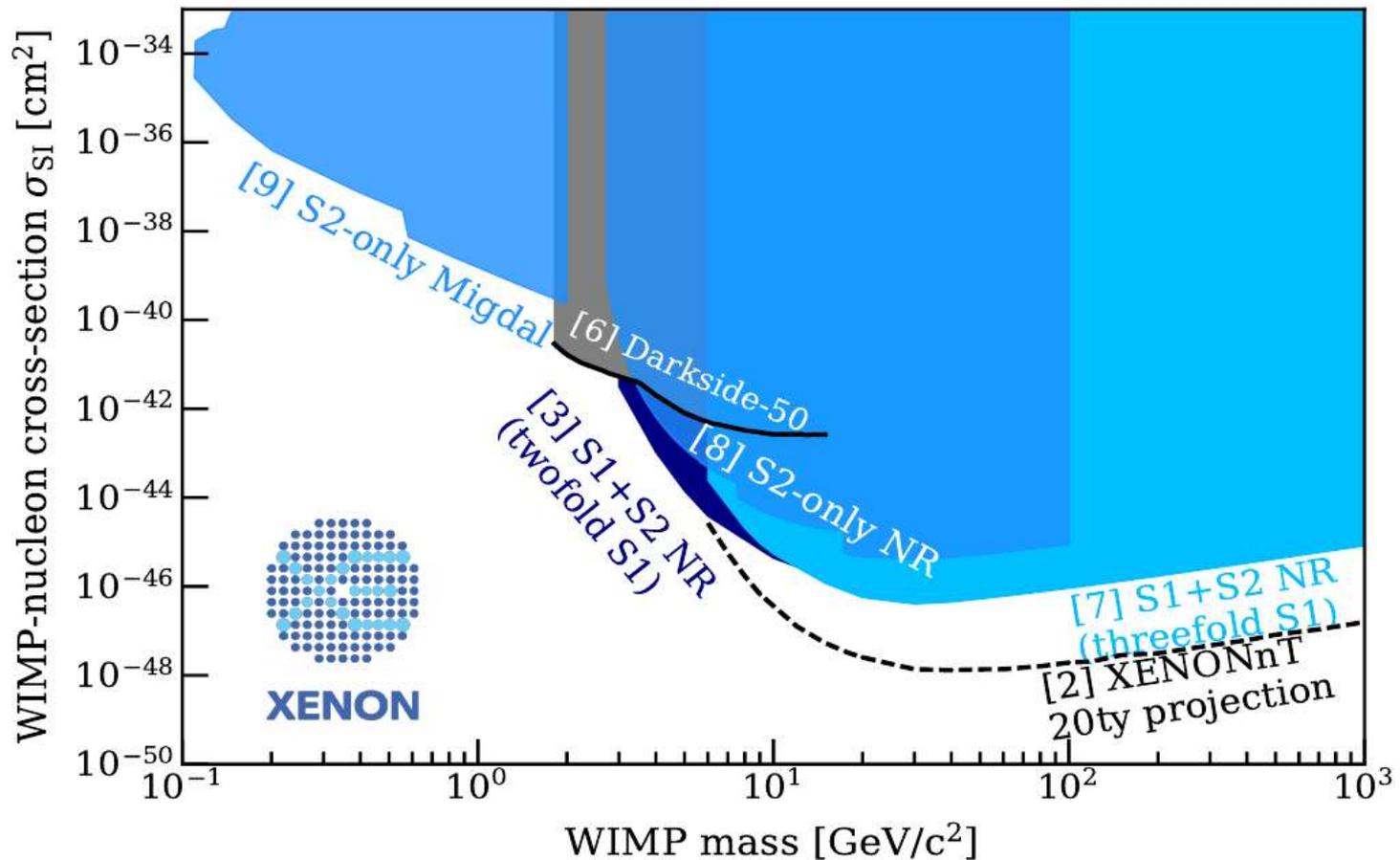


*Search for inelastic scattering of WIMP dark matter in XENON1T*, XENON collaboration, Phys. Rev. D 103, 063028 (2021), arXiv:2011.10431.



# Faits marquants du projet XENON : XENON1T

Résumé global de la limite section efficace SI WIMP-nucleon.  
XENON1T couvre presque tout le domaine de masse des WIMPs



# Faits marquants du projet XENON : XENONnT

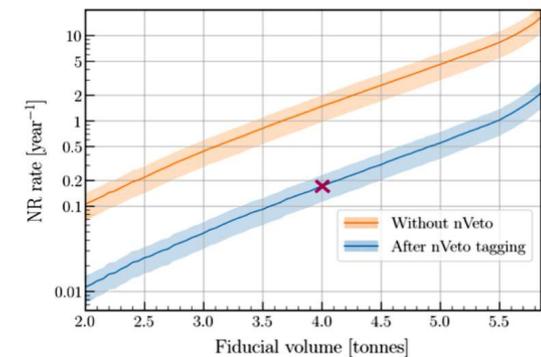
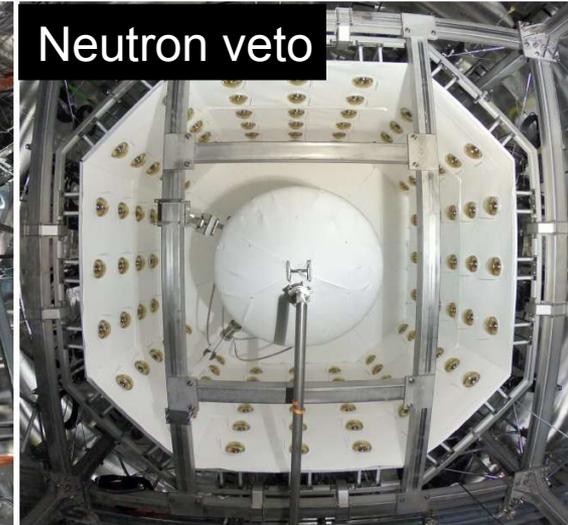
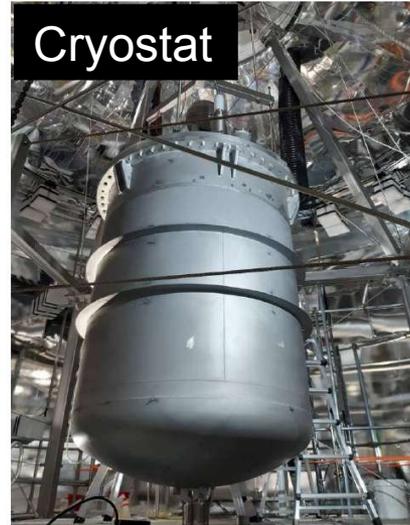
## XENONnT

### Septembre 2020 :

- TPC montée (contribution shifts LPNHE)
- Installation n-veto autour du cryostat terminée

### Octobre 2020 :

- Le système ReStoX2 transfère 8.5 tonnes (valeur environ 2M€) vers le cryostat de XENONnT et le commissioning du détecteur avec du xénon liquide commence. ReStoX2 n'a jamais failli et on a mesuré des débits de récupération jusqu'à 1 tonne par heure. **WG leaders** : Luca SCOTTO LAVINA (LPNHE) et Julien MASBOU (Subatech) avec activité en situ par postdoc Subatech (actuellement en MPIK).



**ReStoX2** financé entièrement par XENON France (LPNHE, IJCLab et Subatech) : 50 % IN2P3 et 50 % par les laboratoires. Le LPNHE, grâce à DIM-ACAV<sup>+</sup> (region Île-de-France)

# Faits marquants du projet XENON : XENONnT

## XENONnT

The XENON Experiment  
Enlightening the Dark

Xenon Offline Monitoring tool

### Janvier 2021 :

- Purification au xénon liquide activée et on a atteint un temps de vie des électrons de l'ordre de 10 ms, une pureté au-delà des attentes

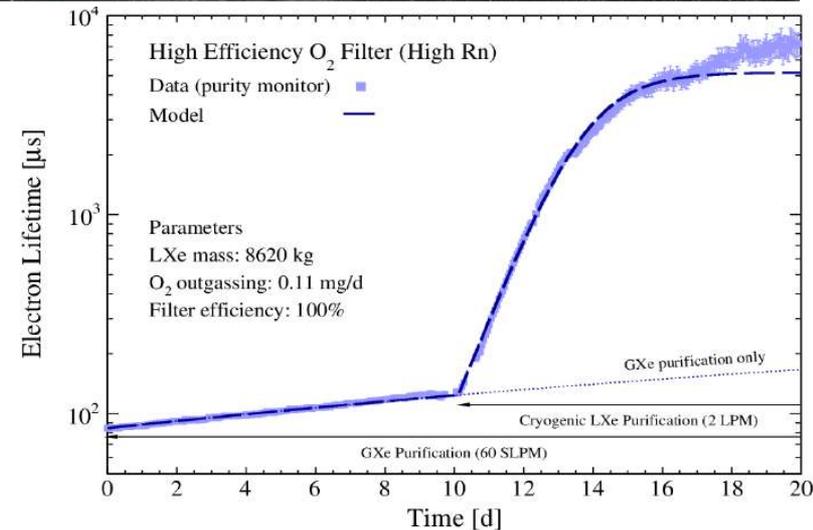
### Mars 2021 :

- Nos données de commissioning occupent **1PB d'espace disque**. 60 % est stocké chez le **CC-IN2P3** (le reste : Amsterdam et États-Unis). L'Europe (EGI) contribue à 75 % des ressources (article de vulgarisation en préparation avec le bureau communication EGI). Le **LPNHE coordonne** le groupe "Computing et outils d'analyse" et y apporte une **contribution majeure** :

- 1) XOM : XENON Offline Data Monitoring tool (Luca, Romain, Sid, *NYUAD*)
- 2) aDMIX : advanced Data Manager in XENON (using Rucio and MongoDB) (Luca, Sid, Bernard, *UChicago*)
- 3) Strax/Straxen : data processing and analysis tools (Sid, *XENON Collaboration*)

### Avril 2021 :

Le **1er run scientifique** (SR0) de XenonNT vient de démarrer, avec toutefois un champ électrique de dérive un peu plus faible qu'espéré. Il sera utilisé principalement pour éclaircir l'origine de l'**excès des événements ER** trouvé par XENON1T.



Un stagiaire M1 (Quentin Pellegrini), un stagiaire M2 (Romain Martin) et Sid (PhD) sont en train d'analyser les premières données, sous la direction de Luca, Bernard et Romain. Résultats déjà passionnants :

- 1) Monitoring des gains S1 et S2 grâce à la calibration krypton (Quentin)
- 2) Contrôle de la stabilité du détecteur (RomainM)
- 3) Bruit de fond des électrons solitaires plus faible que dans XENON1T (Sid)

# Implication dans les projets: projet DARWIN

- Responsable scientifique de labo du projet : Luca SCOTTO LAVINA
- Responsable technique de labo du projet : Romain GAIOR

## Liste des chercheurs de l'équipe impliqués dans le projet :

- Permanents
  - Luca SCOTTO LAVINA, 20 %, PI DARWIN, WG leader *Noble Liquids*
  - Bernard ANDRIEU, 10 %
  - Romain GAIOR, 10 %

## Liste des ingénieurs et techniciens du laboratoire impliqués dans le projet :

- 1 permanent
  - Véronique CRIART : support gestion financière
- 1 Visiteur
  - Olivier SPIGA (AI 100 %), Études Thermiques R&D pour DARWIN (XeLab), Visiteur 6 mois (04-09/2021)

# Faits marquants du projet DARWIN

## Publications récentes sur les performances de DARWIN

*Sensitivity of the DARWIN observatory to the neutrinoless double beta decay of  $^{136}\text{Xe}$* , Eur. Phys. J. C, [DOI arXiv](#)

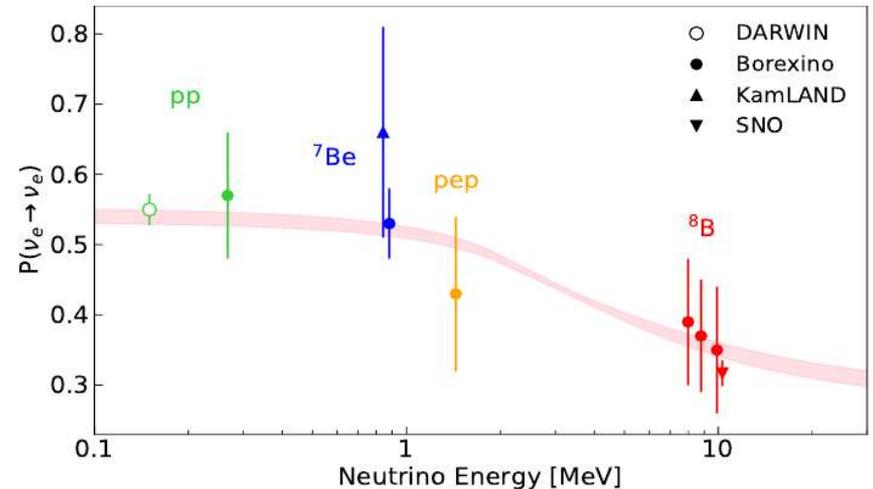
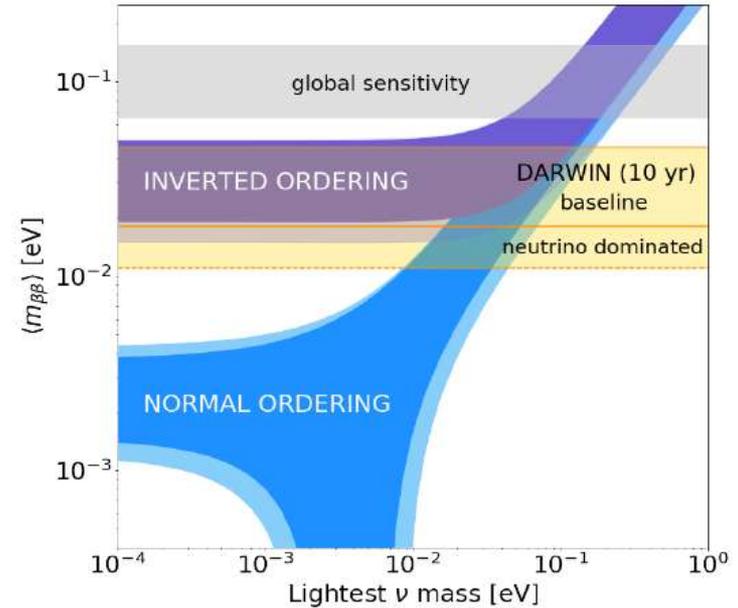
Solar neutrino detection sensitivity in DARWIN via electron scattering, Eur. Phys. J. C, [DOI arXiv](#)

## Nouvelles LPNHE

LPNHE impliqué dans l'étude et le dessin du réseau cryogénique complet de DARWIN. WG leaders : Luca SCOTTO LAVINA (LPNHE) et Guillaume PLANTE (UColumbia).

Soumission d'un document à l'**ECFA (TF2 : Liquid Detectors)** : [New cryogenics storage facilities](#)

LPNHE a soumis le Projet **XeLab** (ANR et DIM-ACAV+), en partenariat avec Subatech, pour la construction d'une TPC pour développer un modèle de bruit de fond des électrons solitaires (bruit de fond principal pour la matière noire légère). Inscrit comme R&D pour DARWIN.



# Production scientifique de l'équipe 1/2

- Thèses récentes soutenues dans l'équipe (2018-2021)

- J.-P. ZOPOUNIDIS, *Search for leptonically interacting dark matter with the XENON1T electronic recoil data*, L. SCOTTO LAVINA, 100 % IN2P3, 2017-2020. Maintenant : Post-doc DAMIC-M LPNHE

- 3 publications emblématiques de l'équipe dans des revues à comité de lecture (2018-2021)

- Un excès d'événements de recul électronique qui pourraient être le signe soit d'un signal d'axions, soit l'effet du moment magnétique du neutrino, soit simplement de la contamination du tritium.
  - Aprile et al. , "Excess electronic recoil events in XENON1T," Phys. Rev. D, [DOI](#) [arXiv](#)
- On a réussi à démontrer qu'on arrive à atteindre une linéarité en énergie jusqu'au MeV, avec une résolution de 0.8%. Les LXe TPCs seront donc capables de faire de la recherche du  $0\nu\beta\beta$ .
  - Aprile et al. , "Energy resolution and linearity of XENON1T in the MeV energy range," Eur. Phys. J. C [DOI](#) [arXiv](#)
- En utilisant seulement le signal d'ionisation, on arrive à faire descendre le seuil de sensibilité à la masse des WIMPs de 10 GeV à 3 GeV. Un autre papier est en cours pour améliorer encore plus cette sensibilité.
  - Aprile et al. , "Light Dark Matter Search with Ionization Signals in XENON1T," Phys. Rev. Lett. [DOI](#) [arXiv](#)

# Production scientifique de l'équipe 2/2

- 3 publications récentes de conférence à forte contribution de l'équipe (2018-2021) :
  - Présentation des résultats récents de l'expérience XENON1T dans lesquels J.P. Zopounidis était impliqué (recherche de matière noire légère et bruit de fond des électrons solitaires)
    - J.P. Zopounidis, Latest results from the Xenon1T Dark Matter Experiment, and future prospects, 31st Rencontres de Blois (+proceedings...), 2019
  - Présentation des potentialités du projet DARWIN (WIMPs, axions, neutrino solaires, supernovae,...) et présentation des systèmes de stockage sous responsabilité de XENON-France
    - L. Scotto Lavina, DARWIN : The ultimate low-background astroparticle physics observatory, 15th Patras Workshop on Axions, WIMPs and WISPs, Freiburg, June 5th, 2019
- Passages aux conseils scientifiques de labo (3 ans)
  - Conseil scientifique LPNHE 2018 (matiere noire) → XENON Projet LPNHE
  - Conseil scientifique IN2P3 2018 (matière noire) → XENON Master Project IN2P3

# Evolution anticipée de l'équipe (3-5 ans)

## • Evolution scientifique de l'équipe dans les prochaines années

- Responsabilité accrue dans le traitement des données XENONnT (pour 4 ans)
- Augmentation du nombre de sujets d'analyse (ca dépend du nombre des doctorants)
- Participation au Laboratoire International ILANCE : collaboration avec Kavli-IPMU, ICRR (Japon)
- Si Projet XeLab approuvé : collaborations avec Subatech, UFreiburg, UZurich, KIT, NYUAD

## • Nouveaux projets en vue (inclus réponse aux appels ANR, Europe, appel d'offre locaux, ...)

- Projet XeLab : en attente de réponse phase 2
- Préparation MoU XENON+DARWIN+LUX+ZEPLIN+XMASS pour détecteur de 3ème génération ("DARWIN", site à confirmer)

## • Evolution de la composition de l'équipe (départs/arrivées permanents, docs, post-docs, ...)

- Octobre 2021 : Post-doc 2021 (Sélection par Portail Emploi conclue) : Erwann Masson (IJCLab)
- 2022 : Olivier Spiga pour DARWIN/XeLab si mutation
- Fin 2022 : Départ Sid (doctorant)
- 2022 (si ANR approuvé) : Post-doc DARWIN/XeLab

# Evolution anticipée de l'équipe (3-5 ans)

- Attente vis-à-vis de l'IN2P3

Récapitulation situation actuelle

- 2 CR actuellement sur XENON (Luca, Bernard)
- IR-chercheur partagé avec DAMIC (Romain)
- +1 postdoc qui démarrera bientôt (2021-2023)
- Le doctorant actuel terminera sa thèse en 2022 (sujet : matière noire sub-GeV)

XENONnT vient de démarrer et on compte >20 sujets d'analyse de qualité excellente

**Demande de deux bourses de doctorat pour équilibrer la composition actuelle du groupe et bénéficier des nombreux sujets d'analyse disponibles sur XENONnT**

**Proposition thèse #1** : *Search for Coherent Elastic Scattering of Solar B-8 Neutrinos in the XENONnT Dark Matter Experiment*. Papier équivalent de XENON1T publié sur **Phys. Rev. Lett. 126, 091301 (2021)**. XENONnT aura une sensibilité aux neutrinos solaires 10 fois plus importante de XENON1T.

**Proposition thèse #2** : *Search for two neutrino double electron capture in  $^{124}\text{Xe}$* . Papier équivalent de XENON1T publié sur **Nature 568, 532 (2019)**. XENONnT pourra confirmer la découverte faite par XENON1T avec une statistique plus importante.