

# GDR Deep Underground Physics (DUPhy)

## Bilan 1<sup>er</sup> mandat - 2021-24

### Rappels :

- But et missions du GDR
  - Echanges avec la communauté
  - Fonctionnement avec 5 groupes de travail (WP) et un conseil de groupement
- 2021-24 : 5 meetings pléniers + tables rondes en visio

### Bilan des WP

### Conclusions et propositions pour la saison 2

# RAPPELS - BUTS & MISSIONS

Le GDR Deep Underground Physics a pour but de fédérer la communauté française des expériences souterraines en lien avec la physique des événements rares.

## Missions du GDR DUPhy

- **Partager** les expertises
- Faciliter le développement et l'accès de **nouveaux acteurs** aux plateformes souterraines, notamment européennes (LSM, LNGS, LSC, BUL...),
- Donner une **visibilité** à la communauté française de physique souterraine,
- Renforcer les **liens** entre **théoriciens et expérimentateurs** des différentes thématiques scientifiques/technologiques concernées
- Favoriser l'émergence de **nouvelles collaborations / nouveaux projets**,
- Promouvoir **la jeune génération** de chercheurs du domaine
- Initier des réflexions sur les **besoins** des futures expériences dans ce domaine (méthodes, laboratoires souterrains,...).

**Thématiques principales (*Astroparticules et Cosmologie + Nucléaire*)** = étude des propriétés des neutrinos (nature des  $\nu$ , via  $\beta\beta 0\nu$ ) et identification de la nature de la matière noire (via DDDM).

**Thématiques secondaires (*Particules, Nucléaire, Technologies, Théorie/Phéno, Calculs et Données*)**, via physique BSM, détection d'évts rares, compréhension de l'Univers et technologies associées.

## DUPhy est un GDR transverse, fonctionnant avec les GDR/IRN thématiques :

- IRN **Neutrinos** (contact Anselmo Meregaglia, conveners Davide Franco/Claudio Giganti, Andrea Giuliani)
- IRN **Terascale** (contact Dark Universe Marco Cirelli et Julien Masbou, devenu convener DUPhy)
- GDR **Resanet** (contact Jérôme Margueron)
- + les acteurs des **différents organismes de recherche en France**, pas seulement IN2P3, impliqués dans la « **physique des événements rares dans un environnement à très faible radioactivité** ».

# INFORMATIONS SUR LE GDR et ECHANGES AVEC LA COMMUNAUTE

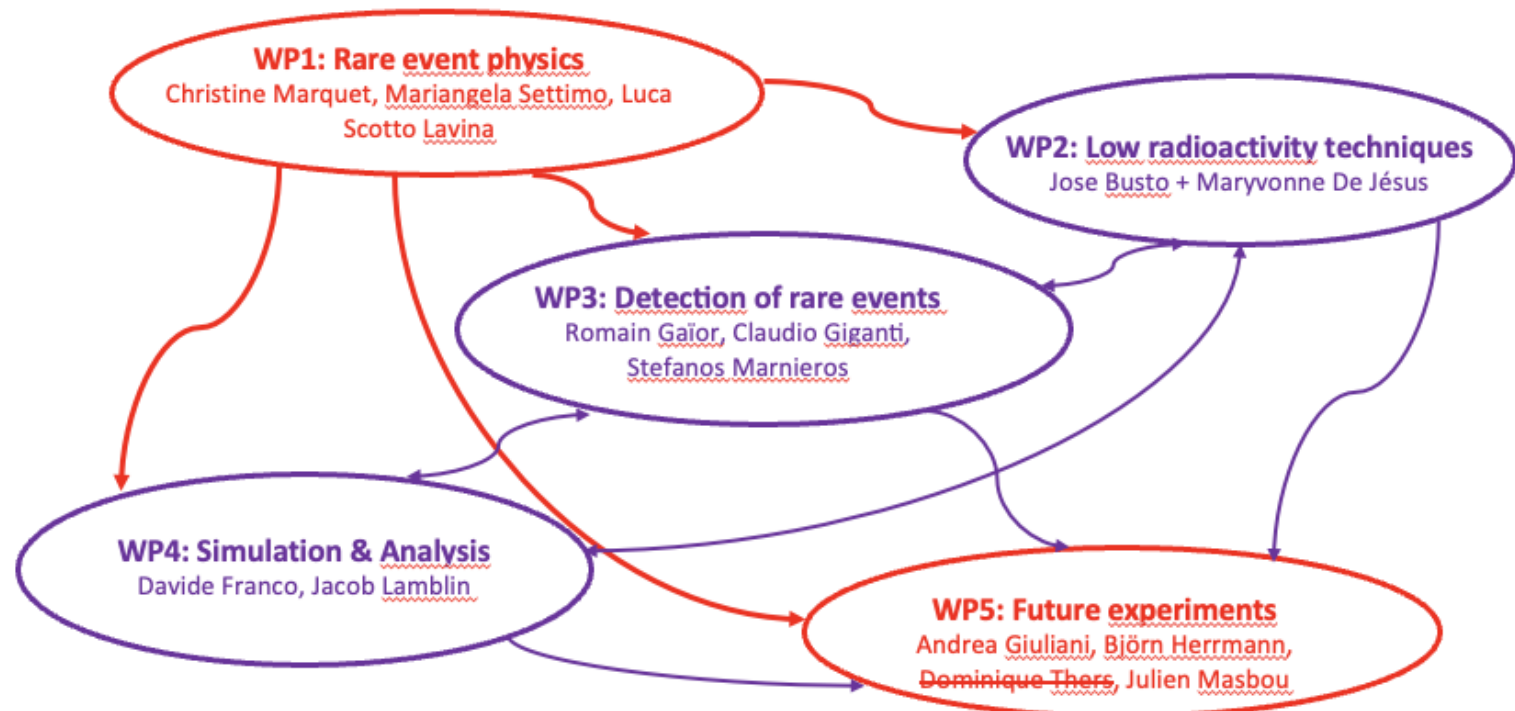
- **Liste de diffusion : GDRDUPHY-L@IN2P3.FR** Inscription ici : <https://listserv.in2p3.fr/cgi-bin/wa?A0=GDRDUPHY-L>  
97 inscrits au 17/10/2024 (variable entre 95 et 105 sur les 4 ans)
- **Site web du GDR** : <https://gdrduphy.in2p3.fr/>
- **Sites indico** : <https://indico.in2p3.fr/category/987/>
  - 1<sup>er</sup> événement « GDR Deep Underground Physics kick-off meeting » : <https://indico.in2p3.fr/event/23971/>  
31 mai au 2 juin 2021, sur 3 après-midi, avec des discussions pour préparer le mandat  
En distanciel, 100 inscrits
  - Meeting plénier au LPNHE Paris : <https://indico.in2p3.fr/event/25051/>  
29 novembre au 1er décembre 2021, avec deux ½ journées communes avec IRN Neutrinos  
+ tables rondes WP2 et WP4, 79 participants
  - Meeting plénier à Subatech Nantes : <https://indico.in2p3.fr/event/27894/>  
19 octobre au 21 octobre 2022, avec la journée du 19 commune avec IRN Terascale  
+ après-midi du 20 consacrée à des présentations + discussions pour la stratégie du LSM, 73 participants
  - Meeting plénier à Aussois : <https://indico.in2p3.fr/event/29993/>  
21 juin au 23 juin 2023, avec organisation d'une visite du LSM le 22 après-midi, 39 participants
  - Meeting plénier à l'IP2I Lyon : <https://indico.in2p3.fr/event/33557/>  
9 octobre au 11 octobre 2024, avec organisation d'un bilan des WP et discussion sur le futur du GDR,  
44 participants
- **Tables rondes en visio** : pour le WP2 Low Radioactivity Techniques, avec résumé à la session plénière suivante
- **Sessions dédiées par WP en présentiel** : envisagé mais pas réalisé
- **Talks dédiés Underground Science (hors Physique)** : quelques-uns mais pas systématiquement

# FONCTIONNEMENT : 5 Groupes de travail (WP) + 1 conseil de groupement

## Le conseil de groupement

- Une **directrice** + un **bureau** (= direction + 13 expert(e)s physique souterraine conveners des 5 WP)
- **Six Quatre membres supplémentaires** choisis pour étendre le périmètre du GDR, assurer la représentativité institutionnelle, assurer l'ouverture vers des sujets complémentaires, non représentés au sein du bureau.
  - Théorie – nucléaire, neutrino et matière noire, physique BSM : *Sacha Davidson et Frédéric Nowacki*
  - Expérimentateurs – neutrinos, matière noire, ondes gravitationnelles “en souterrain ou non” : *Yves Lemière, Pascal Paganini (et Vincent Poireau)*
  - Science souterraine – application aux sciences biomédicales en souterrain : *Vincent Breton*

## 5 groupes de travail (WP/WG) interconnectés.



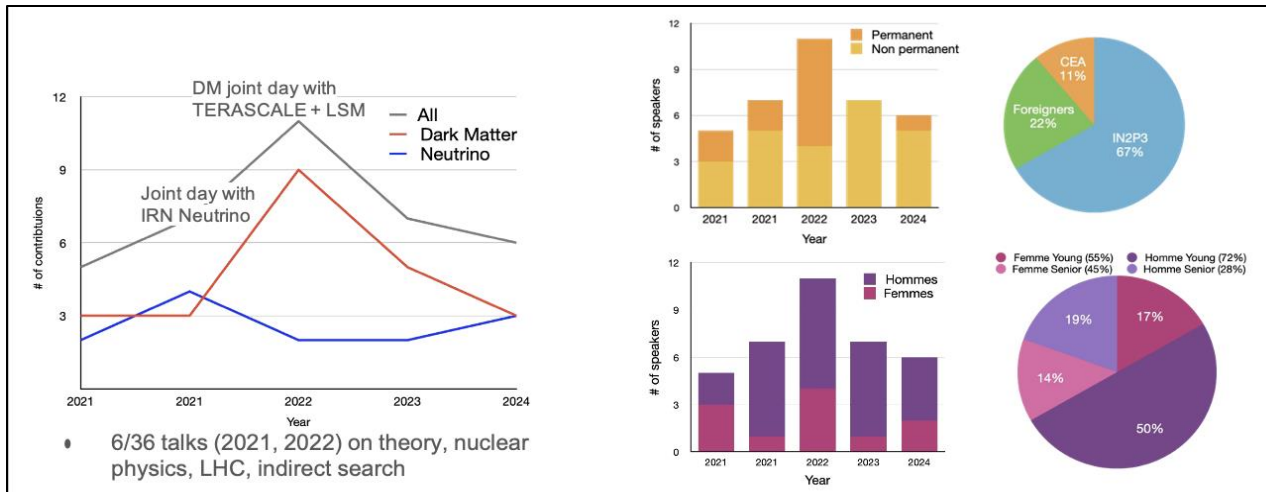
# WP1: Physique des événements rares (Christine Marquet, Mariangela Settimo, Luca Scottto-Lavina)

## Objectives:

- Show the **state of the art** of the physics of rare events
- Cover for both **experimental** and **theoretical** aspects
- Provide hints for the exploration of next generation experiments (link with [WG5](#))
- Provide a guideline for experimental and technological efforts, like constraints for low cosmo- and radio-purity techniques ([WG2](#)), for detection methods ([WG3](#)) and analysis tools ([WG4](#))
- **Being inclusive** to any other scientific fields that would profit of deep underground sites

## Deliverables:

- Encourage people, especially young ones, to **present** freshly new theoretical and experimental results  $\Rightarrow$  **Done**
- Coordinate the efforts for the preparation of a **biennial summary document** (ideally early 2023 and 2025) with the state of the art of the field (form to be defined: short communication, activity report, ...)  $\Rightarrow$  **Done only once, with other WPs**
- Develop and maintain a **web page** (in GDR web site or linked to it) with a collection of the existing experimental results (as a form of publications, oral talks and summary plots)  $\Rightarrow$  **Done, through multiple initiatives**
- **Promote** round tables, seminars, outreach events  $\Rightarrow$  **Partially done**



## Conclusion & Outlook from WP1 conveners:

### Quite a lot of activities during those years, with great outcomes:

- Deliverables aimed at the beginning of the GDR mostly done
- Great opportunity to better know the (inter)national community
- Improved networking with other GDR/IRN

### Outlook:

- Reshaping the WG
  - Breaking theory+phenomenology vs experiment?
  - Including relevant news from other communities(astrophysics, cosmology, HEP, ...)
  - Merging present and future (WG1+WG5)?

### New ideas (out of the scope of WP1, a new WG?)

- **On outreach:**
  - Participate / organize thematic days(DM / neutrinos / UG)
  - Prepare outreach material (posters,videos, comics, stickers, flyers, ...), targeting young public
  - Organize challenges on “my thesis/myresearch in a single slide”
  - Science and art
- **On society:**
  - Work on sustainability and inclusivityin our community

## WP2: Techniques basse radioactivité (Jose Busto, Maryvonne De Jesus + Silvia Scorza after recrutement)

### Objectives:

- Status of existing techniques to study/mitigate backgrounds: alpha, beta and gammas, spectroscopy, ICPMS, NAA, Rn trapping
- Availability of these techniques for the community in France and abroad: underground labs, accelerator for activation, ICPMS companies or labs,...
- Make the information available for the community → dedicated web site
- Radiopurity database: participate to reactivate <https://www.radiopurity.org> (hosted by SNOLAB, Silvia Scorza)
- Organize regular round tables on specific topics: radiopurity database, joint discussions with other WP, discuss new techniques...
- Youth training: organize a school dedicated to low radioactivity techniques

### All these topics have been discussed during general meetings + round tables with invited speakers from different fields

- Neutron Activation Analysis : NAA  
→ **no NAA possible in France in near future**
- Laser-Ablation inductively-Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICPMS) – Invited convener Frédéric Perrot  
→ **Request human resources** (postdoctoral position) to develop LA-ICPMS quantitative protocols for several materials with experts at IPREM (Pau)
- Radon – Invited convener Luca Terray  
→ Strong support of GDR DUPhy for a **Radon platform @IN2P3**  
→ Organization of a **workshop in May 2025 in Marseille** on the radon topic within different communities
- Gamma spectroscopy - HPGe spectrometer @ underground labs  
→ Strengthen **exchanges between underground laboratories** and set up protocols for cross-calibration of germanium detectors
- Radiopurity database @SNOLAB  
→ **The radiopurity.org database** has been upgraded and is operational (contact person Silvia Scorza)
- LRT School  
→ **No! Not enough young people concerned by this topics. We have to find another way**

## Conclusion & Outlook from WP2 conveners:

### General remarks

Although the topics of low radioactivity and radioactive mitigation are crucial for the success of rare event search experiments, **very few collaborators engage** in these activities as they are perceived as too technical.

- Very low attendance to the round tables ( $\leq 13$  attendees included invited speakers and conveners!)
- **Very few new faces**
- The average age of the public is high!

### Recommendations for community

- **Nominate a low radioactivity correspondent for every experiment within the French community**
- **Raise awareness among young people** about the problem of low radioactivity within each collaboration

**Within the collaborations, it is the responsibility of senior members to do educational work and encourage young people to attend and participate in WP2 round tables.**



## Objectives:

- share expertise, have a snapshot of the instrumental developments, put the young generation in the front
- discuss common needs in calibration/instrumentation

## Conclusion & Outlook from WP3 conveners:

### General remarks

- **We have achieved 1<sup>st</sup> goal with 19 talks in the 5 meetings**  
We covered many DM, OnuBB + 2 more general talks: one on crystal fabrication and one on an R&D idea for polarized bolometer
- **Concerning 2<sup>nd</sup> goal: our detectors are very specific: it is hard to find a common ground and share expertise**
- **Several invitations to dedicated speakers were unsuccessful (but nonetheless very interesting talks)**

### Recommendations

- **Keep mostly the same format for plenary but set ourselves the goal to have general talks not connected to a specific experiment**
- **Possible round tables (half a day meeting specific to one topic):**
  - Quantum detector: relevant for our field, already some expertise in some specific techniques, still emerging, so collaboration driven
  - Low energy excess: to be discussed with concerned actors, could try to invite solid physicists

## Objectives:

- Review all the **methods** both for simulation and data analysis and compare between them
- Promote the knowledge exchange
- Identify the **synergies** between experiments
- Give the opportunity to people, and specially **young people**, to present their method, tools and results

Signal Model



**Particle generators:** in some areas (e.g. SNEWS2.0) there are attempts to build generators for all experiments, giving the possibility to choose the most appropriate model.

Background Model



**Software validation and dissemination:** review what's already done and understand what's need for the future

Detector Response



**Particle tracking (GEANT4, FLUKA...):** well known? depends on the physics list  
**Response model:** critical, needs expertise in atomic physics ; **Electronic simulation**

Reconstruction



**Standard approaches:** position reconstruction/PID  
**Machine learning**

Data Analysis



**Profile likelihood ratio:** what to use and why?  
**Bayesian approach:** can we compare results obtained with different approaches?  
**Alternative frequentist approach:** should we adopt a reference approach?  
**Computing monitoring:** experts of Bayesian statistics have been invited, not available but agreed to give talks in the future.

Phenomenology



**Interactions with theoreticians are needed:** theoretical framework to allow comparison ; can we set tighter limits or make observations more significant by combining multiple results?  
**No talk on these subjects.** Because overlapping with WP1 and WP5?

## Conclusion & Outlook from WP4 conveners:

### General remarks

**In 4 years a total of 14 talks:** XENONnT, SuperNEMO, nEXO, GERDA/LEGEND, CRAB, PandaX-III, NEWS-G, SaG4n  
+ The Dark Matter plotter

### Organisation of one round in 2021

→ to discuss the needs of the community in the context of this GDR

→ It confirmed that people were interest in exchanging tools and methods between collaborations.

→ Some ideas were suggested:

- a web site page summarizing all the tools and their configurations used by collaborations
  - regular online seminars on analysis and simulation tools
- ... but we did not go further

### Recommendations

- **Setting up the organization of round tables**
- **Develop the page summarizing all the tools and their configurations used by collaborations on the GDR DUPhy web site**

### Objectives:

- draw up a scientific roadmap for the French community, in conjunction with international partners, by forging links between theoretical physicists, particle physicists, nuclear physicists, astrophysicists and cosmologists
- establish a scientific and technological watch on physics, detectors and experiments, and underground laboratories.

### Action taken:

**The double beta decay (0vbb) and dark matter direct detection (DM) experiments were followed and presented at various meetings:** CUPID (0vbb), DAMIC-M\* (DM), DarkSide-20k (DM), LiquidO (0vbb), LZ\* (DM & 0vbb), MADMAX (DM), nEXO (0vbb), NEWS-G\* (DM), Oscura (DM), PandaX-III\* (0vbb), R2D2\* (0vbb), SuperNEMO\* (0vbb), Tesseract (DM), XENONnT\* (DM & 0vbb), XLZD (DM & 0vbb)

Experiments with a star \* are now taking data and being followed by WP1.

*Experiments with a star \* are now taking data and being followed by WP1.*

**Joint plenary meetings with thematic IRNs:** to support the patterning of this research in France and also in Europe!

- **IRN Neutrino in November 2021 in Paris**, with a joint day focusing on common themes: 0vbb and neutrino physics in general, as well as detection techniques.
- **IRN Terascale in October 2022 in Nantes**, with a joint day focusing on common themes: dark matter (experimentally and theoretically), both from the point of view of direct or indirect detection, as well as its effects on cosmic inflation.

**WP5 as a link between the community and the Laboratoire Souterrain de Modane:**

- **Half-day discussion on projects interested in using/installing LSM** at the October 2022 session in Nantes
- **GDR DUPhy plenary meeting with visit of the LSM in June 2023:** considered as a WP5 action to enable all those involved to get to know this French nugget, which already has a functional infrastructure and a perfectly operational environment.

### Conclusion & Outlook from WP5 conveners:

#### General remarks

WP5 was a natural opportunity to present the forthcoming international projects, which are structuring the community, to the French partners.

Although overtures for participation were made explicit, there has been little real movement of researchers towards these projects for the time being.

#### Recommendations

- **Closer links with the IRN Neutrinos and Terascale** to better prepare, for example, the structuring reports commissioned by the European Commission and whose DUPhy members are motivated by physics but also competent in the detection techniques specific to low background physics.
- **We will also be able to increase the number of contacts with European collaborators, through the Canfranc (LSC, Spain), Gran Sasso (LNGS, Italy) and Boulby (BUL, UK) underground laboratories, for example.**

- **DUPhy saison 2 ?**

**OUI** – Les participants se sentent membres d'une même communauté ; les doctorants ou postdocs en France viennent ; les doctorants ou postdocs à l'étranger viennent aussi ; le GDR a formalisé le lien entre dark matter et physique double beta en laboratoire souterrain

- **Périmètre du GDR**

**Pas forcément affichage underground science pour DUPhy**, on a eu seulement quelques talks, difficile à concrétiser, très (trop ?) large

- **Changement des contours des WP à discuter (sondage sur la mailing list à faire)**

- WP1 + WP5 actuels ensemble : Physics of rare events and future experiments
- Ajouter un WP dédié pour la phénoménologie et la théorie
- Ajouter une action Outreach: plutôt transversale

- **Fréquence des meetings**

**1 meeting plénier/an pour DUPhy** pour pouvoir participer aux IRN, plutôt en juin si possible (le meeting de 2023 à Aussois avait plus d'étudiants M1 & M2)

- **GDR versus IRN ?**

Speakers étrangers invités, talks en anglais, mais nous ne sommes pas encore prêts pour un changement au 1<sup>er</sup> janvier 2025 – mieux y réfléchir pendant la saison 2

Avantages IRN: plus large communauté / Avantages GDR: plus petite communauté facilitant des échanges plus transparents

- **Management:**

- **3 conveners** par WP : 2 seniors + **1 junior** (proposé par postdocs à l'étranger)
- a minima une co-direction, ou une direction + 1 ou 2 directeurs-adjoints
- un bureau avec a minima 1 convener de chaque WP + la direction
- Faut-il garder un conseil en plus ? (conseil actuel = direction + tous les conveners des WP + 4 externes pour la représentativité des labos IN2P3)
- Demander des volontaires à la mailing list (qui inclut des membres du CEA) pour conveners
- Garder équilibre DM et Ovbb

## Cas particulier du WP2 :

→ Le GDR DUPhy a fourni un environnement idéal pour le partage des thématiques radon dans les différentes communautés, avec de nombreux échanges en table ronde et meetings pléniers, qui débouchent sur :

- l'organisation d'un **workshop RADON dédié en mai 2025** à Marseille.
- la recommandation par le GDR de la **pérennisation de la plateforme Radon @IN2P3**

→ Le GDR a **identifié le besoin de renforcer** les échanges techniques entre les laboratoires souterrains afin de mettre en place des protocoles d'étalonnage croisés des spectromètres HPGe.

→ Le GDR recommande de poursuivre le partage des données radiopureté dans la base de données internationale [radiopurity.org](http://radiopurity.org) (contact S. Scorza)

→ Le GDR alerte l'IN2P3 sur la perte d'expertise en basse radioactivité en France, pourtant au cœur des activités en physique souterraine, en raison du vieillissement du personnel actuellement impliqué et du manque d'engagement des jeunes chercheurs, lié à l'insuffisante valorisation de cette thématique. Le GDR recommande donc à l'institut de garantir la pérennité de cette activité en :

- **renforçant les équipes par de nouveaux recrutements.** Suggestion : création d'un poste **CDD IR ou chercheur**, à partager entre l'IPREM de Pau et le LP2I Bordeaux pour développer des protocoles quantitatifs de LA-ICPMS pour mesurer différents matériaux avec cette technique et acquérir l'expertise à l'IN2P3.
- **apportant un soutien aux demandes de financement de doctorants** sur des projets dédiés à la thématique des basses radioactivités ; projets que la communauté, via le GDR, doit s'attacher à définir et à structurer.
- **soutenant le GDR pour l'organisation d'une école LRT (Low Radioactivity Techniques)** pour doctorants et postdoctorants (donne des heures de formation pour les ED). Si cela n'est pas possible, le GDR recommande de dédier des demi-journées de cours LRT pendant les meetings pléniers.



En attente de l'accord de l'IN2P3 sur le renouvellement de DUPhy pour :

- Lancer sondage, demande volontaires conveners, etc... sur la mailing list
- Problème gestion site web GDR : aide service communication de l'IN2P3 ?
- Finaliser le document bilan avec le retour du sondage
- Rendre publique la page indico <https://indico.in2p3.fr/event/34248/>

***Merci !***