

RAYONNEMENT COSMIQUE
&
MATIÈRE NOIRE

HCERES 29/01/2018

LPNHE

Les projets présents et futurs

- Astro-gamma : H.E.S.S \longrightarrow CTA (5,7 FTE)
- UHECR : Auger \longrightarrow AugerPrime (0,3 FTE)
- Recherche directe DM :
 - Xenon1T \longrightarrow nT (3 FTE)
 - DAMIC-100 \longrightarrow DAMIC-M (3,4 FTE)
 - DarkSide50 \longrightarrow 20k (1,5 FTE)

Échelles de temps

- H.E.S.S. / CTA : diminution progressive de l'activité sur H.E.S.S. jusqu'en 2020 avec transfert vers les activité CTA qui devrait démarrer en 2021.
(>2030)
- Auger / AugerPrime : participation limité à la collaboration en attente des données Auger Prime (2020) avec éventuel engagement sur les analyses à ce moment là (2025)
- XENON-1T / nT : Prise de données 1T jusqu'en 2018 et démarrage nT 2019 avec prise de données (3 ans) jusqu'en 2021 (2022)
- DaskSide 50 / 20k : Prise de données DS-50 jusqu'en 2019 puis démarrage DS-20k en 2021 pour 5 ans de données (2026)
- DAMIC-100/M : Prise de données DAMIC jusqu'en 2019 démarrage DAMIC-M en 2020 pour 4 ans (2024)

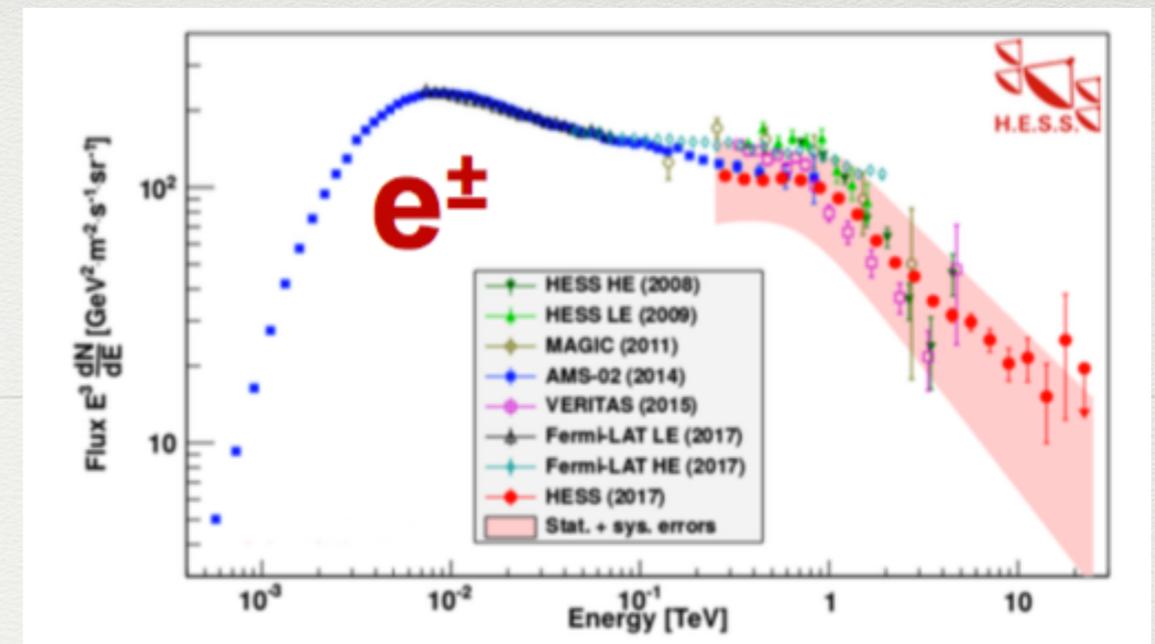
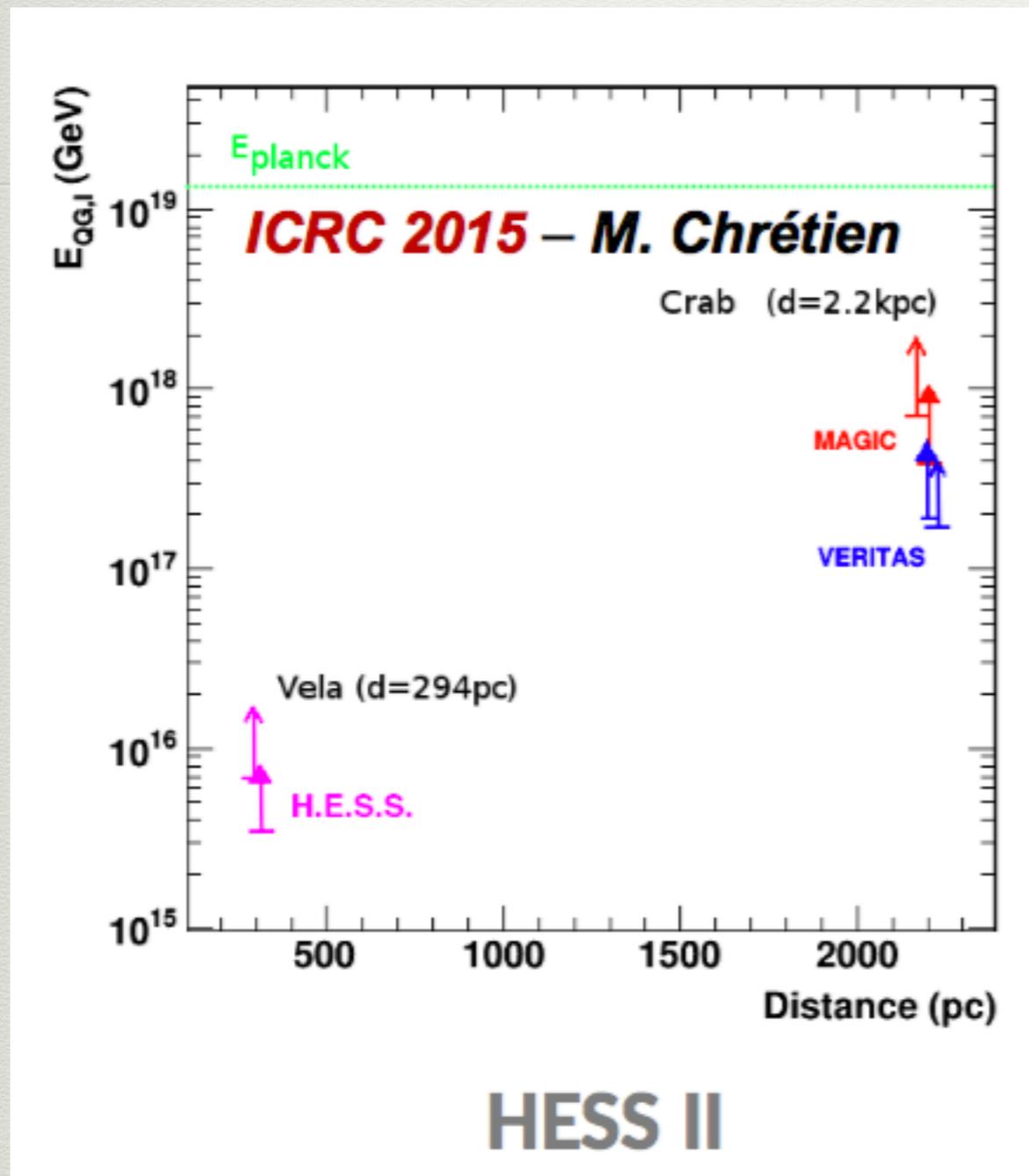
les équipes par projet

17 personnes dont 7+1 PhD et 3 PostDoc

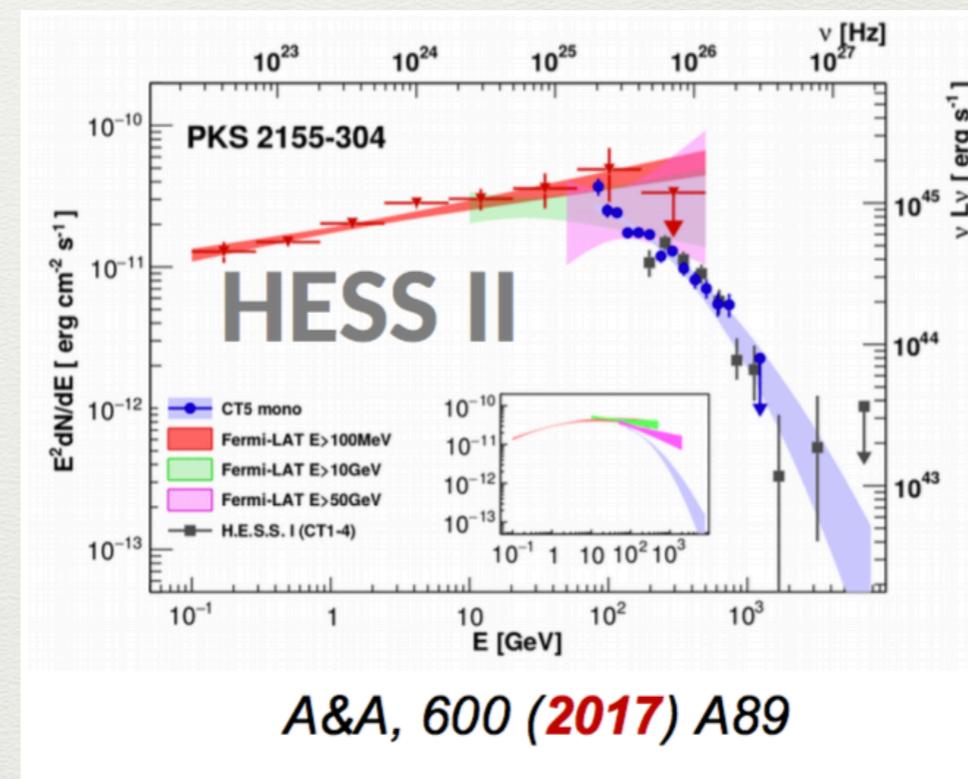
- HESS/CTA 5 physiciens permanents, 3+1 PhD, 1 postDoc (5,7 FTE)
 - Julien Bolmont, (Agnieszka Jacholkowska), Jean-Philippe Lenain, Pascal Vincent, (Jean-Paul Tavernet)
- Auger 1 physicien permanent (0,3 FTE)
 - Antoine Letessier Selvon
- DAMIC 1 physicien permanent, 2 PhD, 1 postDoc (3,4 FTE)
 - Antoine Letessier Selvon
- XENON 1 physicien permanent, 1 PhD, 1 postDoc (3 FTE)
 - Luca Scotto Lavina
- DarkSide 1 physicien permanent, 1 PhD, (1,5 FTE)
 - Claudio Giganti

FAITS MARQUANTS

Faits Marquants RC 1/2



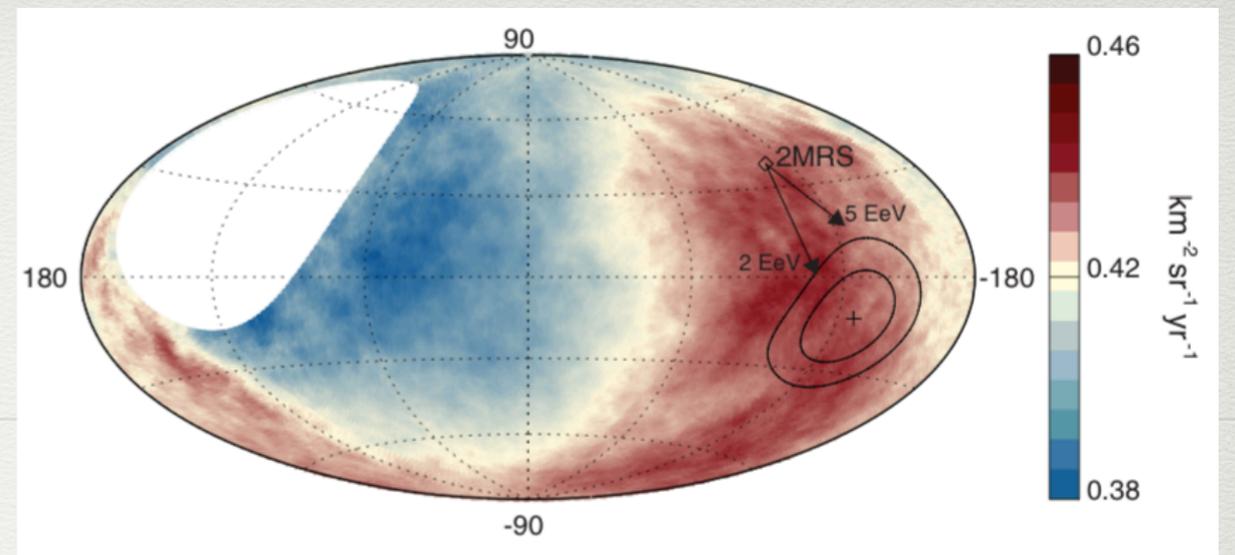
Etudes des émissions diffuses (DM)



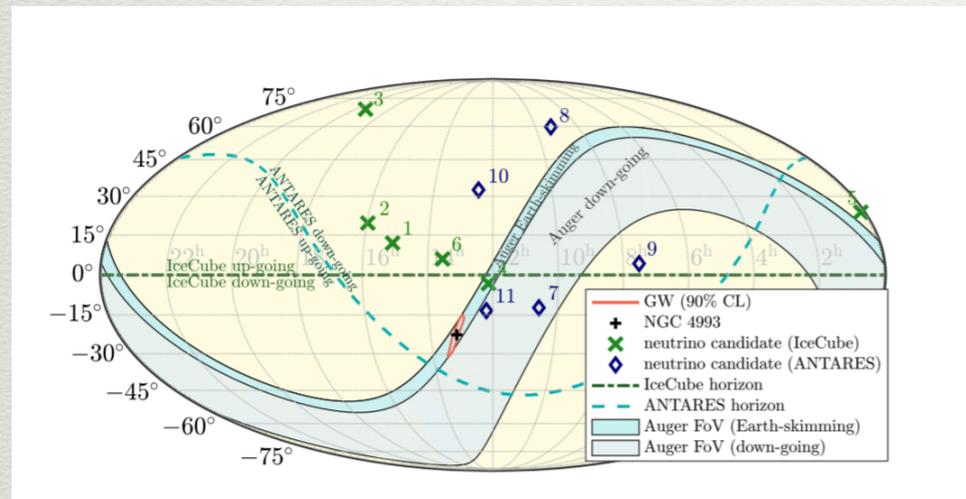
Mécanismes accélération/éruption
Etudes multi-messagers

Etudes pulsars précurseurs d'une
collaboration
MAGIC/HESS/VERITAS sur l'analyse
LIV multi-sources

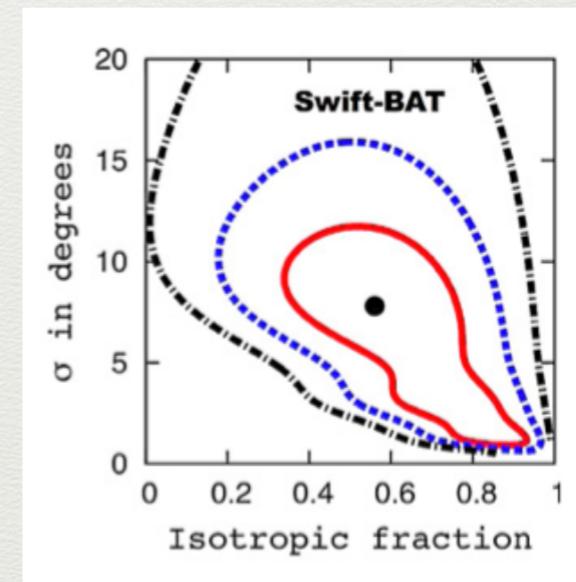
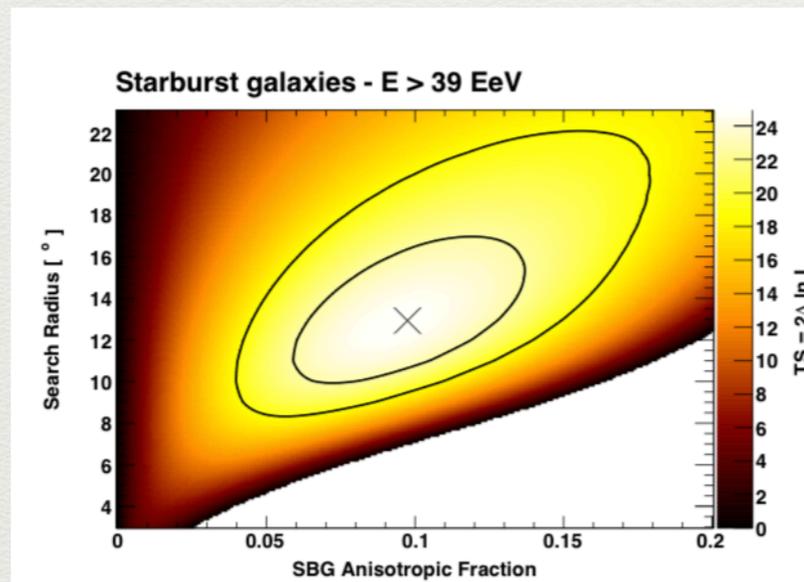
Faits Marquants (RC) 2/2



Origine extra-galactique des UHECR au delà de 8 EeV
The Pierre Auger Collaboration, Science 357 (2017) 1266-1270



Analyse Multi-messagers de la fusion de 2 étoiles à neutrons B. P. Abbott et al., Astrophys. J. 848 (2017) no.2, Auger + H.E.S.S. +

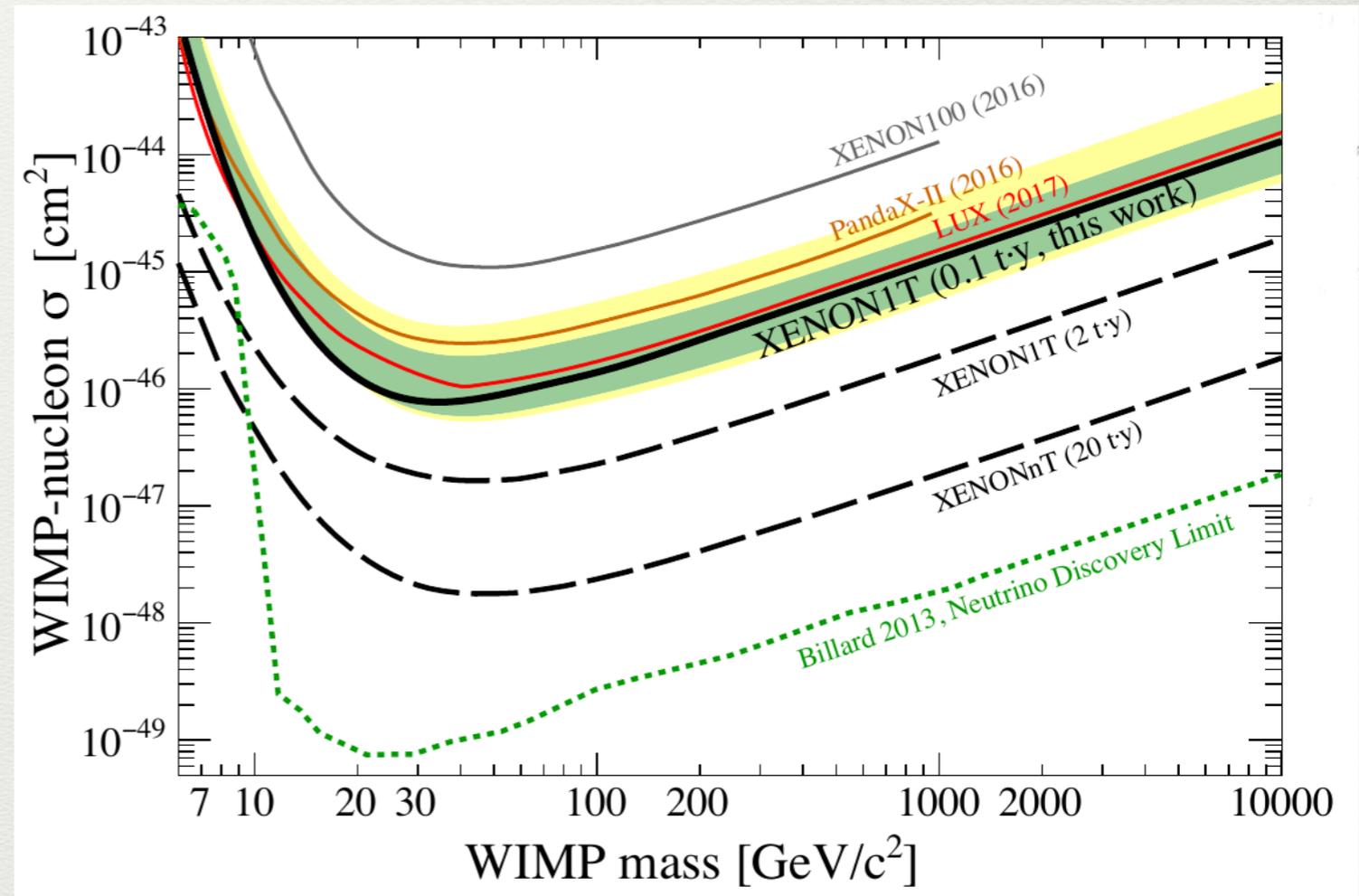


Correlation avec les galaxies proches à flambée d'étoiles

Faits Marquants DM 1/3

XENON

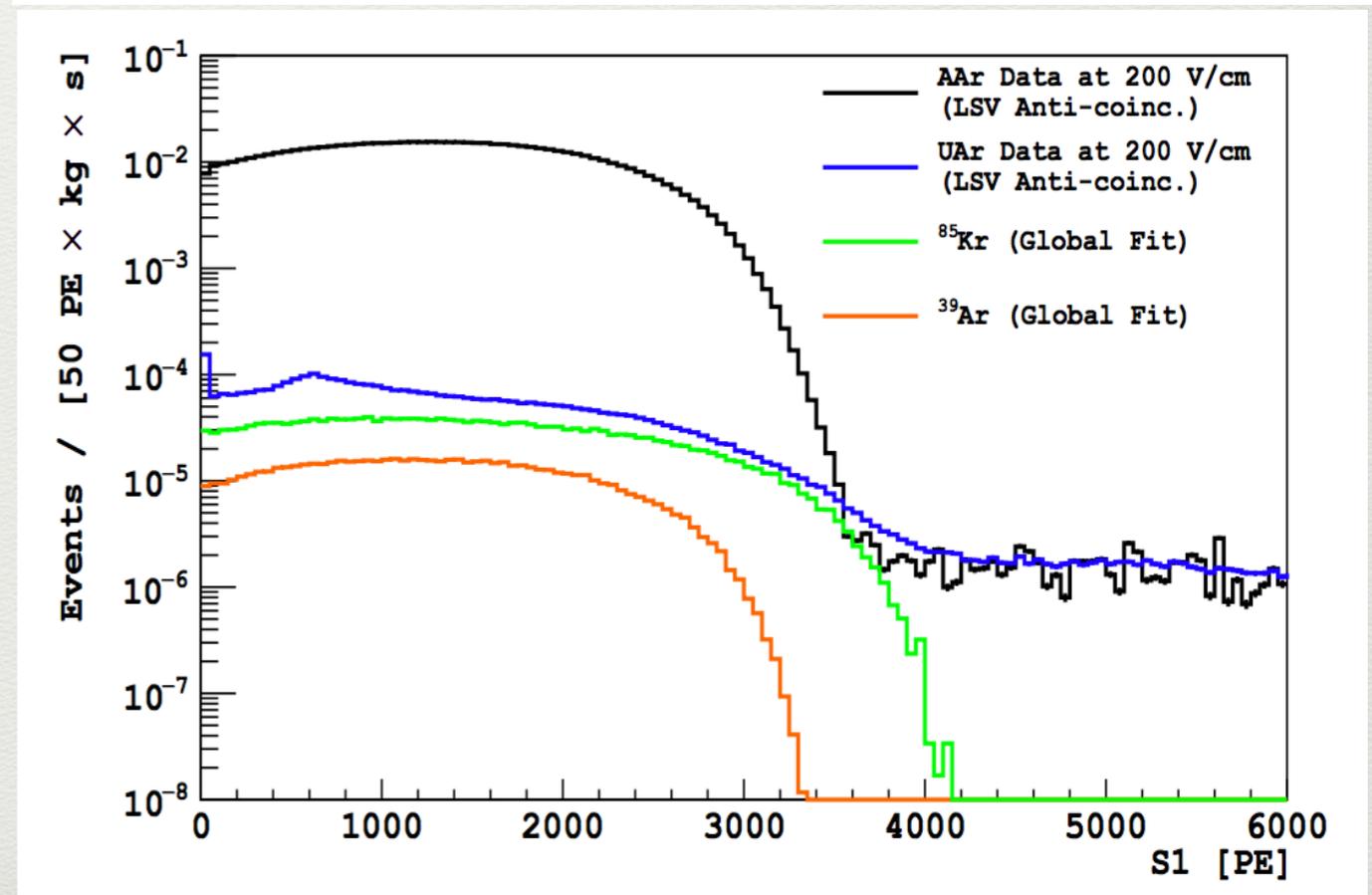
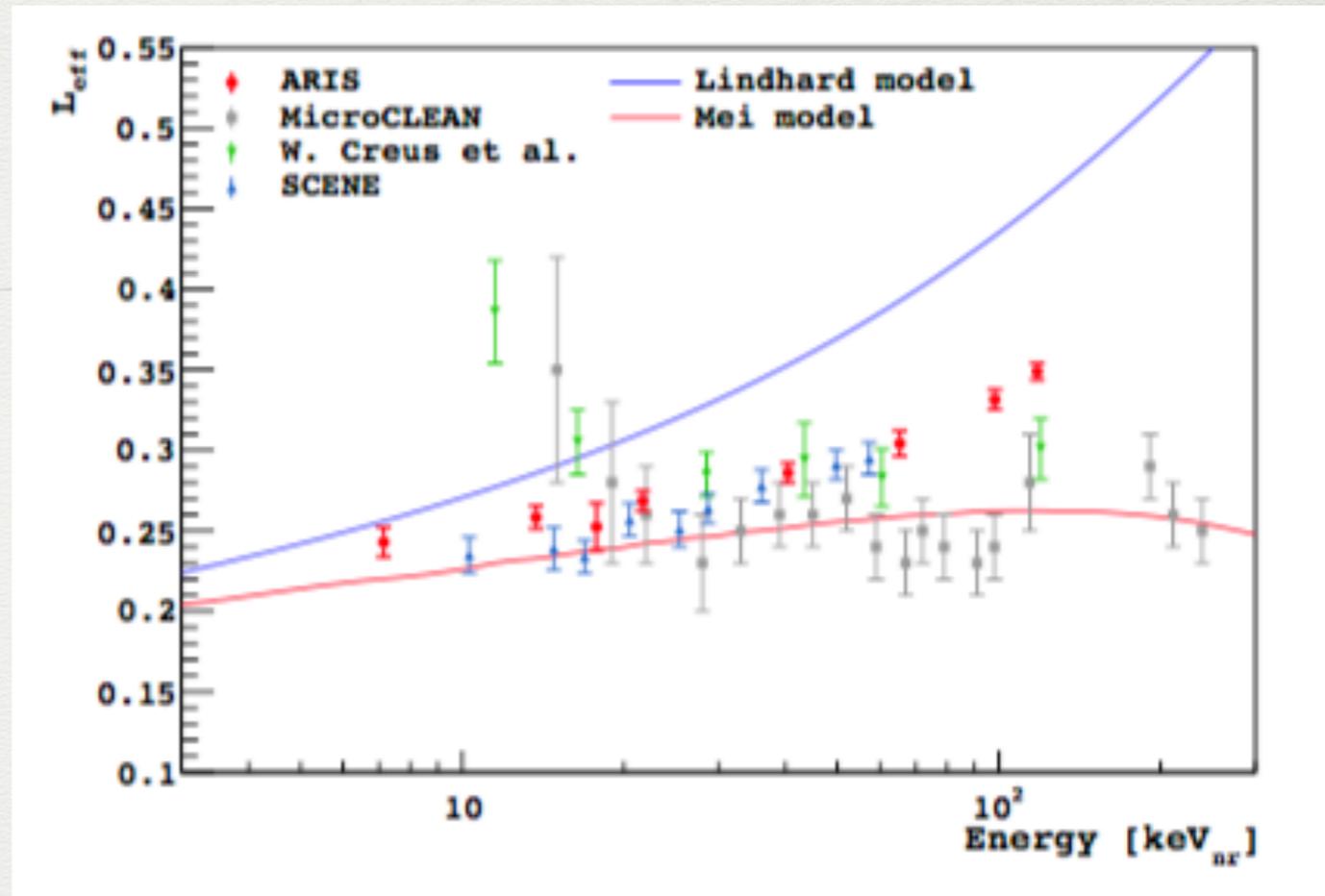
- 2016 : Entrée dans la collaboration XENON
- 2017 : Entrée du groupe LAL dans la collaboration XENON et création du réseau XENON-France, composé par LPNHE, LAL et Subatech, avec un budget CNRS pour participer à la construction de XENONnT
- 2017 : Project DIM-ACAV+ approuvé, qui vise à consolider la participation du LPNHE à la construction de XENONnT
- 2017 : Publication du résultat du premier run scientifique, qui positionne XENON1T comme le détecteur avec la meilleure sensibilité aux WIMPs



Faits Marquants DM 2/3

DARKSIDE

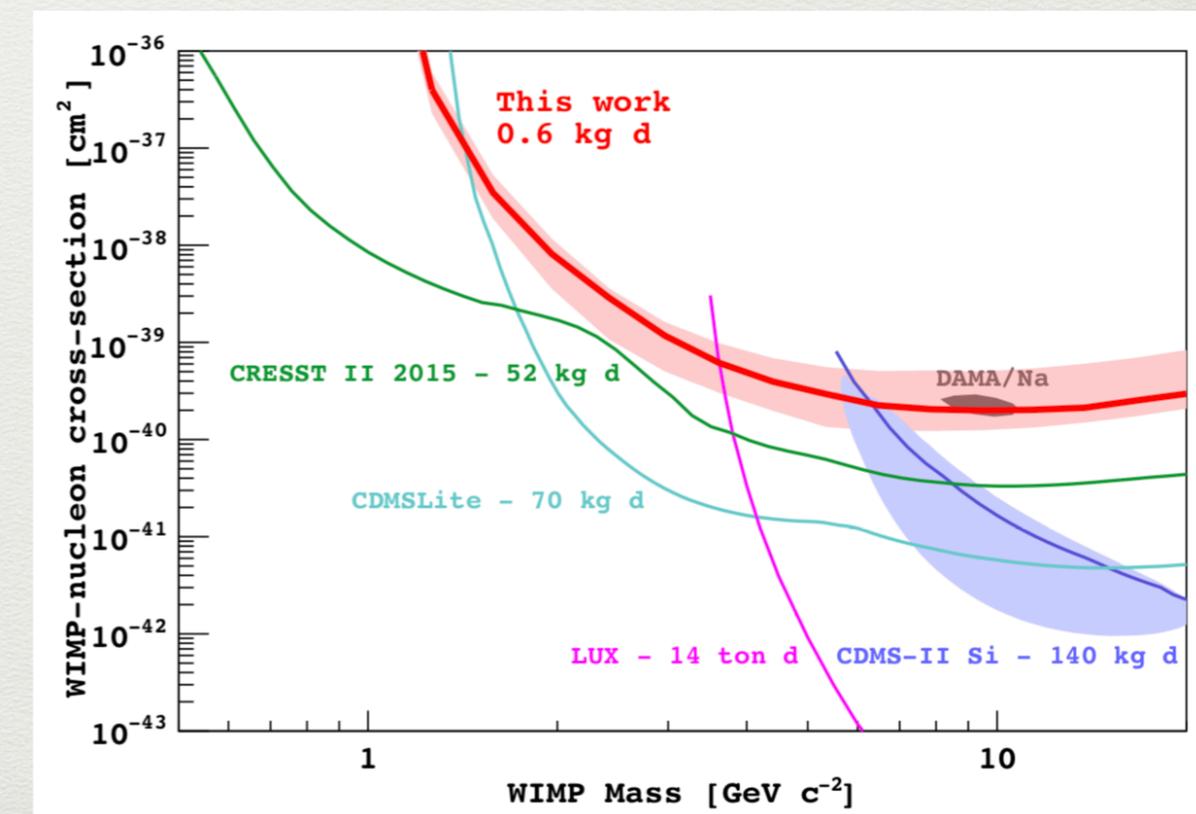
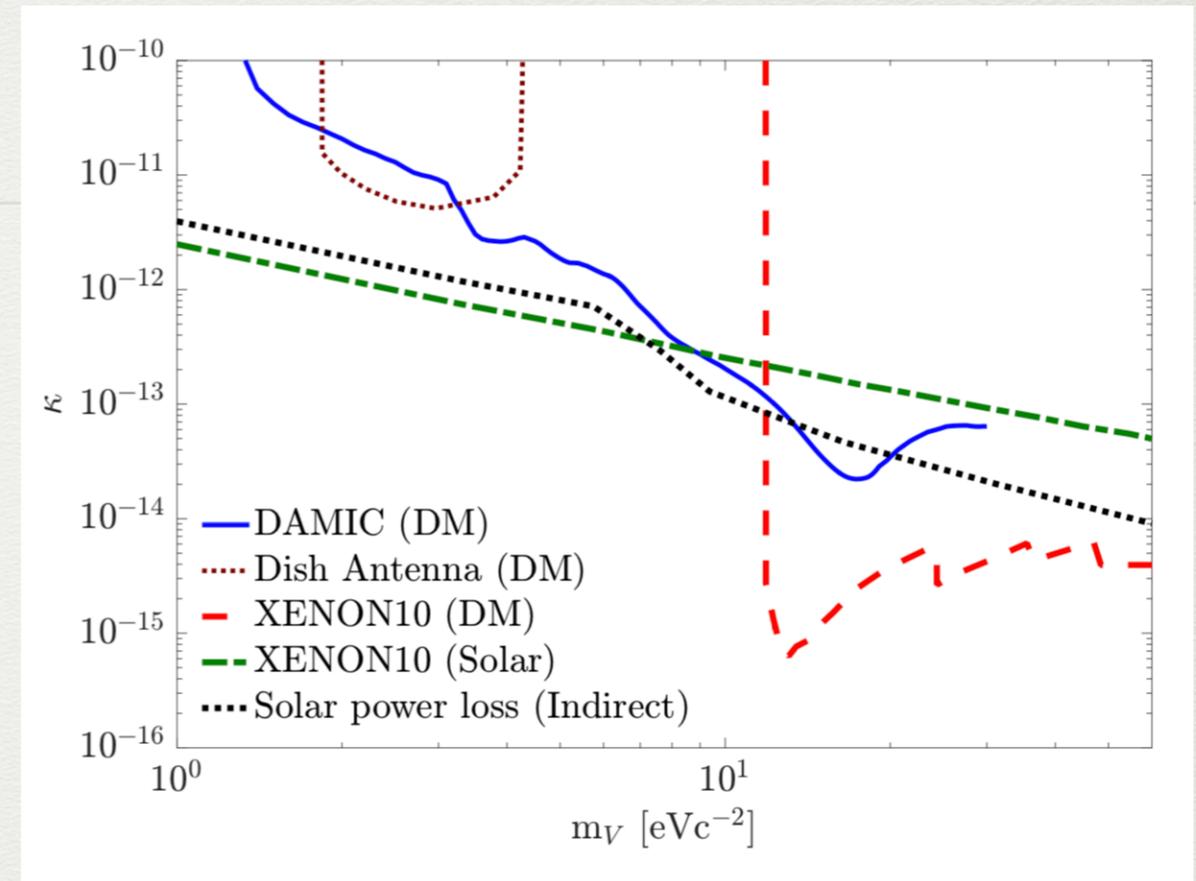
- 2015 : Entrée dans la collaboration
- 2015: Papier analyse DS-50 avec cible d'Argon appauvri underground
- 2016-2017 : Experience ARIS (Argon Response to Ionization and Scintillation) @ IPNO (LAr TPC et Neutron Detectors installées sur le faisceau de neutrons de LICORNE)
- 2017: DarkSide-20K approuvé par l'INFN et la NSF. Entrée des groupes de ArDM, DEAP et MiniCLEAN dans DS-20K et ARGO (~200 ton LAr)
- 2017 : publication du papier sur la simulation Monte Carlo de DarkSide-50 (JINST 12 (2017) no. 10, P10015) + Papier ARIS



Faits Marquants DM 3/3

DAMIC

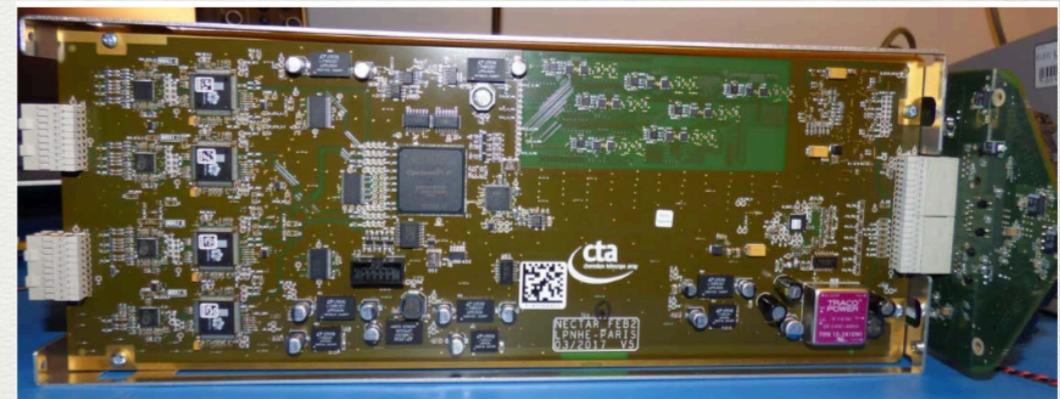
- 2015 (Automne) : entrée dans la collaboration DAMIC
- 2016 : Fourniture et installation de 150 kg de blindage en plomb archéologique
- 2016 : 1ere publication avec le LPNHE, regroupant deux analyses de recherche de matière noire avec une exposition de 0,6 kg.jour
- 2016 : Publication de limites sur le recherche de photons cachés
- 2017 : Installation des première CCD de DAMIC-100
- 2017 : Début de la prise de donnée de DAMIC-100
- 2017 : Dépôt de la proposition DAMIC-M auprès de l'ERC (Janvier 2018 Phase I passée)



FUTUR

Les engagements techniques (à long terme)

- CTA : 2 FTE ITA, Responsable Technique François Toussnel
 - Développement de la carte front-end NectarCAM
 - Au LPNHE : Design carte, firmware, librairies d'interface, tests fonctionnels et participation à l'intégration, banc de tests portable.
 - → services électronique et informatique.
 - Responsable WG front-end electronics NectarCAM



- DAMIC-M : 3,5 FTE ITA, Responsable Technique Hervé Lebbolo
 - Développement de l'électronique de lecture ultra bas bruit des CCD.
 - Cartes CROC & ODILE basées sur les développements des asics ASPIC et CABAC développées (au LPNHE) pour LSST
 - Responsable WG front-end electronics



Thèses en cours (7+1)

- HESS :

- Daniel Kerszberg (2014-2017) : Étude du fond diffus galactique des électrons et positrons et étude des performances de la seconde phase de l'expérience H.E.S.S.
- Cédric Pérennes (2015-2018) : Tests de l'invariance de Lorentz avec les sources astrophysiques : effets de propagation et effets intrinsèques dans les noyaux actifs de galaxies

- HESS/CTA :

- Gabriel Emery (2017-2020) : Etude des propriétés temporelles des noyaux actifs de galaxie aux très hautes énergies avec l'expérience H.E.S.S. et perspectives pour CTA
- Sujet déposé pour 2018-2021 : Tests de l'invariance de Lorentz et effets temporels intrinsèques dans les noyaux actifs de galaxies : de H.E.S.S. à CTA

- XENON

- Jean-Philippe Zopounidis (2017-2020) : Analyse des modèles de Matière Noire leptophilique en utilisant les données de recul électronique de XENON1T. Selon certains modèles, la matière noire pourrait interagir avec les électrons, plutôt qu'avec les noyaux. [...] Une telle étude demande une connaissance très précise de la réponse du détecteur aux reculs électroniques à basse énergie.

- DarkSide

- Anyssa Navrer Agasson (2016:2019) Recherche de matière noire avec le détecteur à Argon liquide DarkSide au LNGS. La première année de la thèse a été dédiée à la caractérisation de la réponse de l'Argon Liquide grâce aux données de l'expérience ARIS à l'IPNO.

- DAMIC

- Joao Da Rocha (2016-2019) : Recherche de Matière Noire Légère avec des CCD : DAMIC (Dark Matter In CCD). Le travail de thèse concerne la collection et l'analyse des données de DAMIC 100 et les études pour la construction et l'exploitation d'un détecteur de 1 Kg (DAMIC-M).
- Latifa Khalil (2017-2020) : Lecture et contrôle de CCD, traitement numérique du signal pour DAMIC. Le travail de thèse concerne la conception, le développement et les tests d'une électronique intégrée de lecture et de contrôle des CCD, et l'optimisation du rapport signal à bruit par le biais de filtrage numérique.

Projet scientifique (à ~ 5 ans)

- DarkSide

DarkSide-50 sera suivi par DarkSide-20k. Le projet de recherche est de continuer à travailler sur cette expérience où CG est coordinateur du groupe de travail sur la simulation Monte Carlo. Ce choix dépend fortement de l'approbation du projet par l'IN2P3 (CS 2018). En cas de réponse négative une réflexion sera nécessaire. Une possibilité pourrait être de participer à des mesures de quenching sur le faisceau de l'IPNO avec l'Argon Liquide et d'autres cibles en profitant de l'expérience ARIS.

- XENON

- 2018

Étude du gain de scintillation secondaire et extraction du signal d'ionisation dans XENON1T; impact sur la sensibilité à la matière noire (thèse JP. Zopounidis).

- 2019

XENON1T: étude des différents modèles de matière noire leptophilique; calibration des reculs électroniques à basse énergie; Recherche de la matière noire leptophilique à travers les données de XENON1T (thèse JP. Zopounidis).

XENONnT: Étude, à travers des méthodes Monte Carlo, de l'effet de la transparence des grilles à haute tension de la TPC sur la sensibilité de l'expérience.

- >2020

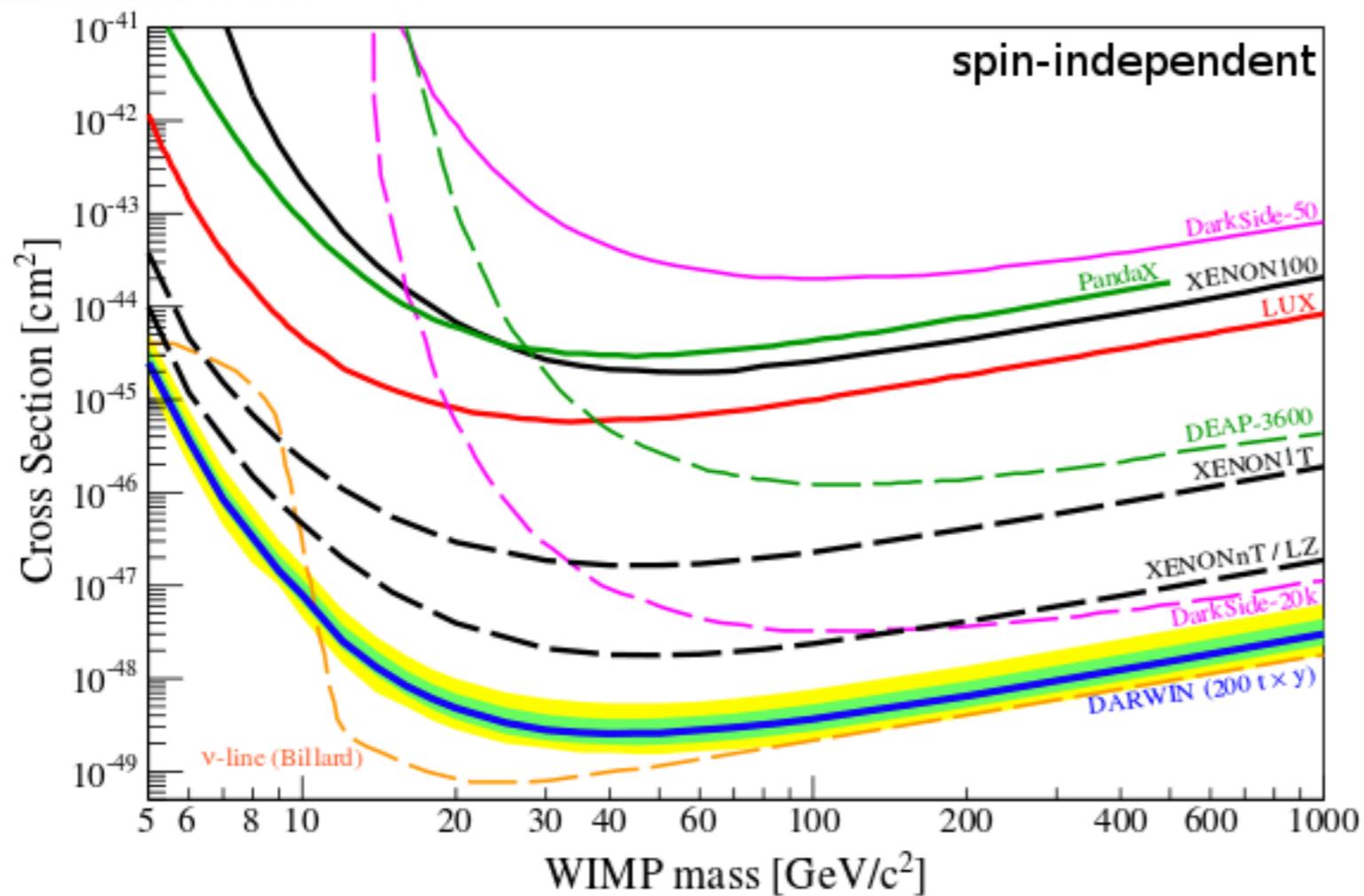
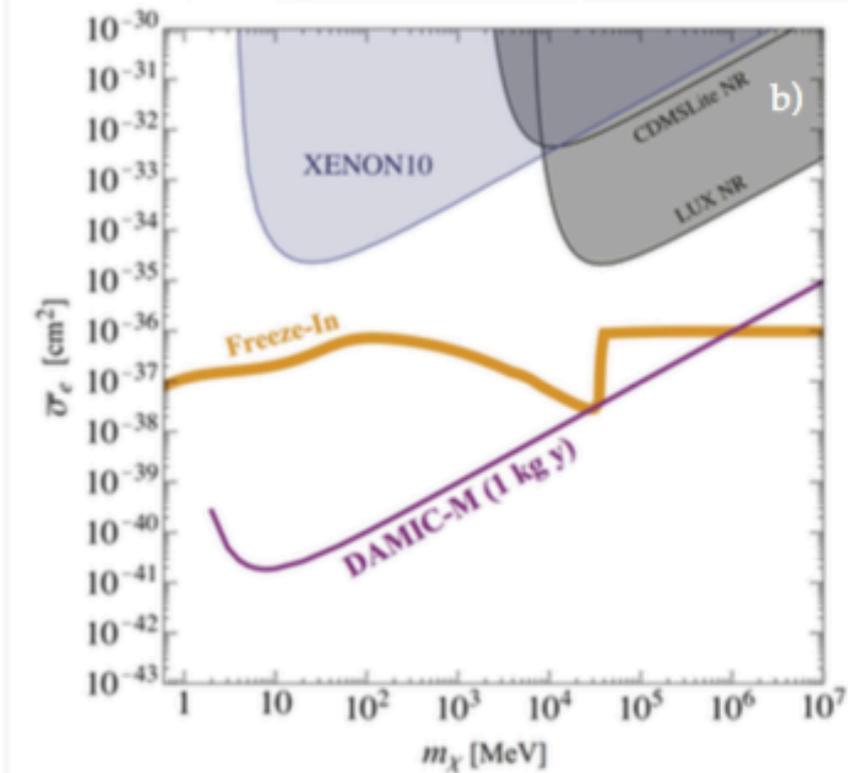
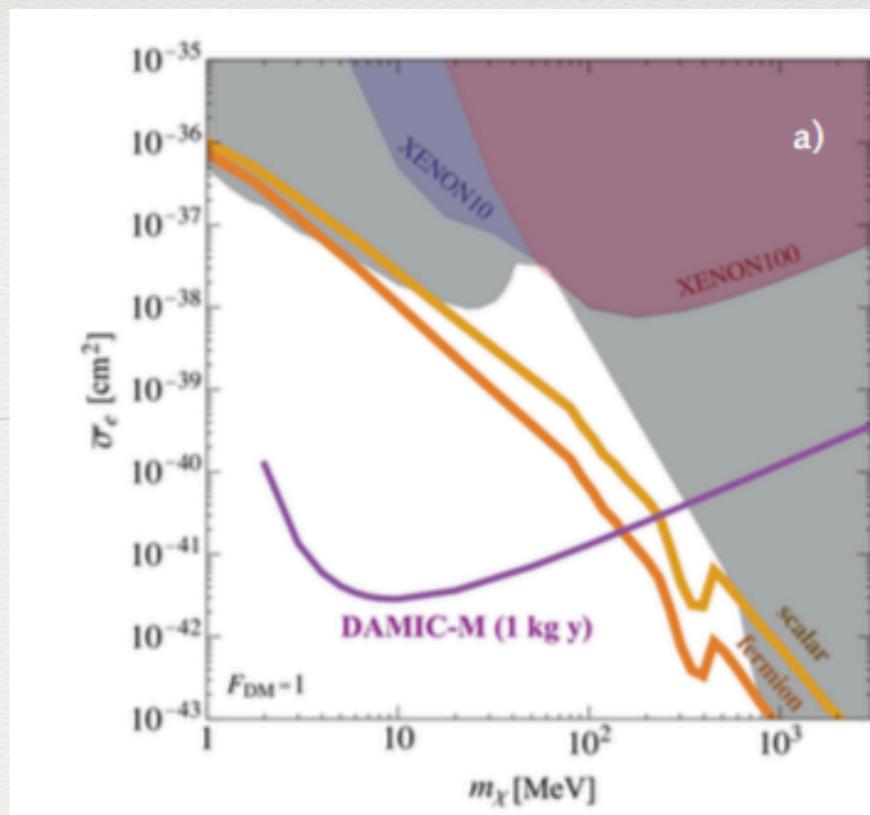
XENONnT: Analyses préliminaires sur la qualité des premières données du rendement lumineux et des impuretés du xénon.; Analyses du gain de scintillation secondaire pour XENONnT; Développement des techniques avancées de discrimination du bruit de fond des neutrons.

- DAMIC

Terminer l'analyse DAMIC 100 (2018-2019). Compléter les R&D électronique (2019). Si le financement ERC ou NSF est obtenu pour DAMIC-M participer à la construction (2019-2020) puis la prise de donnée et l'analyse (2020-2024). Matière noire légère (1-10GeV, DM - leptophilique)

Projet scientifique (à ~ 5 ans)

Limite DAMIC-M 1kg.y
DM leptophilique
($A' \gg \text{keV}$ et $A' \ll \text{keV}$)

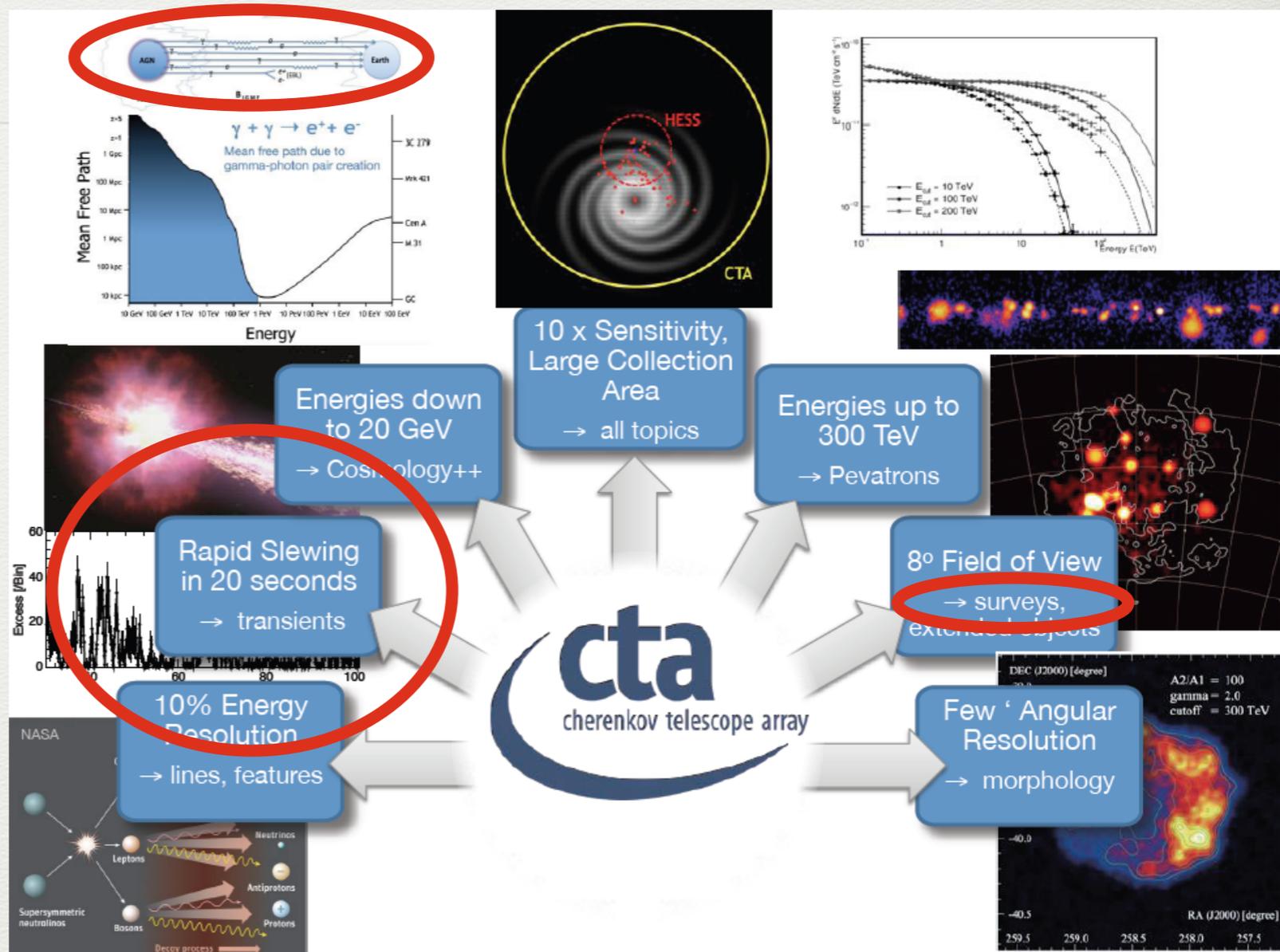


Limites
XENON (2021)
et
DarkSide(2026)

Projet scientifique (à ~ 5 ans)

- H.E.S.S. :

- Exploitation H.E.S.S.IU + H.E.S.S. II
- Fonds diffus, effets de propagation, transients extragalactiques
- Prolongation de l'exploitation de H.E.S.S. en gestation
- Transition vers CTA, H.E.S.S. legacy papers
- CTA Le programme scientifique est extrêmement riche, CTA sera l'unique observatoire d'astronomie gamma de cette catégorie.



- Auger : attente des données AugerPrime pour reprendre les analyses d'anisotropies développées au LPNHE sur des lots d'évènements sélectionnés en composition (2020-2025)

ANALYSE SWOT



- Points forts :
 - Les équipes sont impliquées dans toute la chaîne expérimentale
 - conception, construction, acquisition, analyse, interprétation, publication.
 - Les contributions hardware sont à haute valeur ajoutée et donnent un accès privilégié aux données (électronique et acquisition).
 - Nous sommes souvent à l'initiative des projets auxquels nous participons (HESS, AUGER, DAMIC) preuve de dynamisme et de créativité.
 - Nombreux financements externes à l'in2p3 (UPMC, DIM-ACAV, SESAME, ANR, ERC) preuve de dynamisme et de créativité !
 - Une équipe jeune, 75% à moins de 35 ans !



- Points à améliorer :
 - Personnel tournant
 - Le dynamisme des équipes permet de trouver des financements de personnel temporaire mais la rotation est intense.
 - Améliorer la synergie entre les projets pour pallier le manque de personnel permanent.



- Risques liés au contexte externe:
 - CTA étalement du financement
 - DAMIC forte dépendance sur les financements externes (ERC, NSF)
 - Similitude des projets XENON/DarkSide



- Avantages liés au contexte externe:
 - TGIR pour CTA
 - Structuration des recherches directes de matière noire (GDR), évolution de la situation expérimentale
 - Similitude des projets XENON / DarkSide

Questions/ Réponses

Clarify Auger activities

Antoine Letessier Selvon has been French PI (2007-2015), physics coordinator (L1 2008-2015), Analysis team coordinator L2 (2004-2008) and founder of the Auger project (active participant in Auger since 1992). After the decision of the collaboration not to use the LSD (Layered Surface Detector) for the upgrade it was decided to wait for the scintillator upgrade to be installed without direct participation of the LPNHE Auger team. Participation in the analysis, in particular on anisotropy, where most of the analysis method and reconstruction software has been provided by the LPNHE, will continue. Studies specifically available with the upgrade data will resume when this data becomes available. The group will then re-grow (PhD and post-doc) at that time as necessary.

The DM activity seems mostly related to internal expertise and few people. Clarify support and people both technical and scientific.

The DM activity @ LPNHE is very young (about 2 years) so the group are still in their growing phase. Beyond the 3 permanent we already managed to finance 4 PhD and 2 post-docs. Additional manpower is expected from the grant we are applying to (NSF, DIM-ACAV, IN2P3, ERC). Technical support is mostly concentrated on DAMIC for the R&D of novel ultra low noise CCD camera readout electronics. This rely on a very strong expertise of LPNHE based on former development made for LLST. Persons involved are (in particular) H. Lebbolo, C. Juramy, D. Martin. The expected return of S. Russo from SLAC may also re-enforce our technical staff on this particular activities. For XENON activities are entered on mechanics and cryogenics, the lab support is limited but we are working on it. All three activities are also strongly involved in simulation developments (G4) where we receive technical help in addition to the work of the post-docs and PhDs. In 2016 the mechanical group of LPNHE has contributed to the ARIS experiment by manufacturing the structures for TPC, cryogenics system and neutron detectors. Other calibration experiments, for both LAr and LXe, will be done in the coming years at IPNO and similar support from the lab will be provided.

A large risk on funding and not a clear plan on funding options and manpower on 5 years (no risk analysis). Clarify the funding support in DM activities.

Because DM activities @ LPNHE is young (also at IN2P#) funding is organised in three ways :

- Initial funding (starting in 2015) was provided by LPNHE in particular for DAMIC and DarkSide
- IN2P3 funding started in 2017 for DAMIC (seen as an R&D line) and XENON which is now an official project of IN2P3 with secure funding and a signed international commitment
- Funding for DarkSide, which is not yet @ IN2P3 level, is given by the lab, the future will depends on upcoming CS recommendations (see below).
- Additional funding has been obtained (DIM-ACAV for XENON, 200 k) or is being pursued (ANR for DarkSide) ERC (phase 1 passed) +NSF for DAMIC

Questions/ Réponses

- Clarify the coordination between the 3 DM areas (independent or connected?) and future priority plan if needed.

The 3 DM activities are independent but still strongly connected as we are not competitors. Additionally the coordination between the DM activities is being re-enforce with the creation of a GDR in which the LPNHE is very much involved. Priority plans will be presented by the scientific council of LPNHE in its session of next June and then in the IN2P3 CS session of October.

- CTA is probably secured with the TGIR. more details are welcome on the evolution of the activity.

The activity on CTA will progressively focus more on the implementation of the data analysis and related science tools, and production tracking for NectarCAM. In terms of shift of activity to CTA we expect 2 additional post-docs in the 3 coming years and the return (shift of activities) of 2 permanent researchers (JB et JPT). Moreover, part of the physicists on HESS will progressively shift their activities towards CTA.

- Please provide details about the 'Team organization and life', in particular: how the team meets , how often, how are decision taken, how are career managed within the team.

The team meets twice a month through the RSR & RSE meeting of LPNHE where decisions are taken. We also meet weekly for information exchange as part of our participation to the "LPNHE Friday meetings". Specific meetings on particular projects (organisation of workshop (DM-day, LIV-workshop, ...), construction of the DM GDR, and so on are organised as needed.

- In the documentation provided there is no detail on how this team Interacts with the non-academic world, its impacts on economy, society, culture or health. Please provide details

The team is very active on outreach activities (papers in vulgarisations journals, radio interviews, general public conference, book, science fair). The team is also involved with the diffusion of science in elementary and high schools (COSMOS à l'école, Radioactivité avec F93).

Brevet pour le système de stockage du xénon ReStoX2

The design and tests of the front-end electronics board (FEB) for NectarCAM were carried out at LPNHE. Production of a few thousands boards is delegated to the industry. A return of the public funding through the TGIR is expected, possibly at the national level if a French industry is finally chosen for this production.