

Compte-rendu de l'atelier PNHE “Transient Sky 2020 – 2nd edition” (Montpellier, 4-6 juin 2018)

Le deuxième atelier “Transient Sky 2020” (TS2020) s'est déroulé du 4 au 6 juin 2018 sur le campus Triolet de l'Université de Montpellier. Il était organisé par le Laboratoire Univers et Particules de Montpellier (LUPM, CNRS/IN2P3 et Université de Montpellier) avec le soutien financier du Programme National Hautes Energies (PNHE) et de l'Action Spécifique SKA-Lofar. Il était ouvert à tous et sans frais d'inscription, avec prise en charge des déjeuners. Il a réuni plus de quarante participants. Ce compte-rendu rappelle les objectifs de l'atelier, décrit son déroulement et en présente le relevé de conclusions.

1. Contexte et objectifs de l'atelier

L'astronomie du ciel transitoire et variable connaît un contexte très favorable, avec l'éclosion récente de l'astronomie multi-messagers et la perspective d'un afflux important de données à l'horizon 2020. Le 17 août 2017, la détection par LIGO-Virgo d'un signal d'ondes gravitationnelles émis par la fusion de deux étoiles à neutrons, et son association avec le sursaut gamma court GRB 170817A et la kilonova AT 2017gfo, ont marqué le début d'une ère nouvelle pour l'étude du ciel transitoire. De nombreuses études multi-messagers de ce type sont attendues durant la prochaine prise de données (O3) de LIGO-Virgo, pendant laquelle le taux de détection attendu varie entre 1 et 60 par an pour une coalescence d'étoiles à neutrons. A plus long terme, la mise en service de nouveaux instruments renforcera le réseau planétaire de détecteurs d'ondes gravitationnelles.

Par ailleurs, la nouvelle génération de détecteurs de neutrinos de haute énergie (KM3NET, IceCube) élargira dans quelques années notre vision des phénomènes cosmiques très énergétiques, sites privilégiés pour l'accélération de particules de haute énergie, comme l'a montré l'association du neutrino IceCube-170922A avec la flambée en rayons gamma du blazar TXS0506+056. En tant que fournisseur d'alertes électromagnétiques, l'observatoire multi-longueurs d'onde sino-français SVOM jouera un rôle central dans le développement de ces nouvelles astronomies, en étant d'une part un détecteur de phénomènes transitoires (sursauts gamma en particulier) et en proposant d'autre part plusieurs instruments de suivi au sol et dans l'espace en réaction à ses propres alertes ou à des alertes extérieures. De manière générale, le domaine bénéficiera également de moyens croissants pour le suivi sur alerte depuis le sol, avec le développement de télescopes robotiques et la mise en place de programmes d'observation auprès des plus grands télescopes. Enfin, l'astronomie photonique du ciel transitoire connaît une évolution sans précédent, avec l'avènement prochain de télescopes et d'observatoires tels que SKA, LSST et CTA, qui offriront une sensibilité et une cadence inégalées du domaine radio jusqu'à celui des très hautes énergies.

L'initiative TS2020 a pour objectif de fédérer les acteurs français de cette astronomie du ciel transitoire en pleine mutation, et d'engager les actions nécessaires au développement et à la coordination de cette discipline au niveau national. Le premier atelier TS2020¹ s'était tenu à Orsay en Juin 2017, et avait dressé un panorama des instruments futurs dans lesquels la communauté française est impliquée. Il avait

1 <https://ts2020.lal.in2p3.fr>

aussi abordé les thématiques scientifiques et les problématiques observationnelles (voir le relevé de conclusions²).

La deuxième édition de TS2020 qui s'est tenue à Montpellier s'est focalisée sur le problème des alertes. Après un examen des besoins techniques au regard des objectifs scientifiques recherchés, l'atelier a approfondi la question du contenu des alertes, de leur classification et de leur diffusion, en particulier pour les instruments les plus prolifiques. La session suivante abordait les outils existants ou à développer pour la gestion des données d'alertes (agrégation des données et visualisation, aide à la décision, archivage), et la dernière session portait sur la question de la reconnaissance des tâches de services d'observation dans ce cadre.

L'atelier était organisé par le comité scientifique suivant :

- membres locaux (LUPM) : Maria-Grazia Bernardini, Johan Bregeon, Johann Cohen-Tanugi, Alexandre Marcowith, Eric Nuss, Frédéric Piron.
- membres externes : Jean-Luc Attéia (IRAP, Toulouse), Stéphane Basa (LAM, Marseille), Catherine Boisson (LUTH, Observatoire de Paris), Damien Dornic (CPPM, Marseille), Chiara Ferrari (Observatoire de la Côte d'Azur, Nice), Marc Moniez (LAL, Orsay), Ada Nebot (CDS, Université de Strasbourg).
- membres du conseil scientifique du PNHE : Frédérique Marion (LAPP, Annecy), Thierry Pradier (IPHC, Strasbourg), Fabian Schüssler (CEA-Irfu, Saclay), Suzanna Vergani (Observatoire de Paris Meudon).

2. Programme de l'atelier

Le programme détaillé, les présentations et le présent document peuvent être consultés depuis le site web de l'atelier³.

2.1 Session “Sources d'alertes”

Cette session a passé en revue les grandes questions scientifiques liées aux sources d'alertes dans le but d'alimenter la réflexion sur les besoins techniques. En particulier, les intervenants avaient pour consigne de spécifier autant que possible la nature des informations contenues dans les alertes qui apparaissent nécessaires pour atteindre les objectifs scientifiques recherchés. Les présentations ont couvert les sujets suivants :

- The Transient Sky seen by the Zwicky Transient Facility - Mikael Rigault
- Les sursauts gamma - Diego Götz
- Les sources transitoires des hautes énergies à la radio - Stéphane Corbel
- Les sources d'ondes gravitationnelles - Marie-Anne Bizouard

² http://pnhe.cnrs.fr/images/reunions/TS2020_rapport.pdf

³ <https://ts2020ll.sciencesconf.org>

- Les sources de neutrinos - Bruny Baret

2.2 Session “Alertes et brokers”

Dans cette session, les grandes questions scientifiques et les besoins associés en termes d'alertes ont été déclinés pour les différents types d'instruments. Il s'agissait de décrire le contenu des alertes (plutôt que leur format, discuté à la session suivante, voir la section 2.3) prévues ou envisageables, leurs délais de diffusion, ainsi que les protocoles pour leur dissémination et leur réception. A partir de cette vue éclatée, la question de la classification en amont par des outils de type “broker” a été abordée. Les présentations ont couvert les sujets suivants :

- Alertes ondes gravitationnelles (LIGO, Virgo) - Michal Was
- Alertes neutrinos (Km3Net, Icecube, SN finder) - Damien Dornic
- Alertes gamma HE/VHE (CTA, HAWC, LHAASO) - Fabian Schussler
- Instruments d'alertes X/gamma pour les années 2020 - Stéphane Schanne
- From ZTF to LSST: broker to follow-up transients - Mikael Rigault
- LSST transient forecast - Marc Moniez
- Alertes radio (SKA, MeerKAT, Nenufar) - Julien Girard

Une discussion ouverte a clos la session (voir la section 3).

2.3 Session “Observatoire Virtuel / Gestion et optimisation des observations”

Cette session portait sur les outils existants ou en cours de développement pour la gestion des données d'alertes en provenance de plusieurs instruments, notamment celles issues des outils de classification en amont. Les aspects de collecte des données d'alertes, de leur visualisation et de leur archivage ont été abordés, dans une logique d'aide à la décision et d'optimisation des observations de suivi. Les présentations ont permis de faire connaître certains outils développés au Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) ainsi que des exemples concrets de planification d'observations de suivi (outils de type “Telescope Observation Manager” ou TOM) et de coordination des balayages de boîtes d'erreur. Le suivi des alertes avec les instruments du satellite SVOM et de son segment sol a également fait l'objet d'une présentation dédiée.

- Outils de visualisation : HiPS et AladinLite - Ada Nebot
- Outils de cross-correlation : accès aux catalogues et cross-identifications - Francois-Xavier Pineau
- Organiser le suivi multi-longueurs d'onde - Matteo Cerrutti
- Analyses multi-messagers : l'exemple de AMON - Thierry Pradier
- Recherche de contreparties visibles des alertes multi-messagers : couvrir de grandes boîtes d'erreur - Michel Boër

- Recherche de contreparties visibles des alertes multi-messagers : GRANDMA - Nicolas Leroy
- Spectroscopie avec les grands télescopes (ePESSTO) - Michel Dennefeld
- Spectroscopie avec les grands télescopes (ENGRAVE) - Susanna Vergani
- Suivre un très faible nombre d'alertes (à la SVOM) : comment filtrer ? - Bertrand Cordier
- Suivre un grand nombre d'alertes (télescopes à grand champ, réseau de télescopes) - Loïc Aymar
- SOXS - Susanna Vergani

Une discussion ouverte a clos la session (voir la section 3).

2.4 Session “Tâches de services”

Cette session avait pour objectif d'approfondir la réflexion sur la possibilité de labelliser de nouvelles tâches de service qui soutiendraient l'activité de suivi sur alertes et offriraient une meilleure reconnaissance des efforts des équipes de recherche au service de la communauté française. Cette action avait émergé du premier atelier TS2020 en 2017. Après une présentation rappelant les différents types de Services Nationaux d'Observations (SNO) de l'INSU-AA (Astronomie Astrophysique) par Eric Slezak et Anne Dutrey (présidents des comités de coordination ANO-5 et ANO-2, respectivement), une discussion informelle en présence de Bruno Bézard (membre du groupe ad-hoc de la Commission Spécialisée AA) a permis d'identifier plusieurs pistes de réflexion (voir la section 3).

2.5 Sessions de travail

Le matin du troisième jour de l'atelier a permis de faire un point d'étape sur la préparation de la prochaine prise de données (O3) de LIGO-Virgo, et de poursuivre la réflexion sur les outils logiciels.

Session FREMA

Dans le but de renforcer les contributions françaises au suivi lors de la prochaine campagne d'observation des ondes gravitationnelles (O3) qui démarrera au début de 2019, l'initiative FREMA (FREnch Multi-messengers Activity) a été mise en place au niveau national pour faciliter la coordination des moyens de suivi des alertes provenant des nouveaux messagers (avec le soutien du PNHE et du GDR Ondes Gravitationnelles). En 2018, des membres du groupe ont participé à plusieurs demandes européennes de temps de télescopes (CFHT, X-Shooter, XMM-Newton, INTEGRAL, HST), dont les observations serviront en cas d'alertes d'ondes gravitationnelles (i) à identifier des contreparties potentielles en multi-longueurs d'onde par une stratégie d'observation systématique des galaxies dans la boîte d'erreur 3D ; (ii) à caractériser en photométrie et en spectroscopie les phénomènes transitoires détectés par la collaboration ou d'autres groupes. Lors de l'atelier TS2020, un point d'avancement de l'initiative FREMA a été présenté (Marie-Anne Bizouard), ainsi que les besoins pour l'interprétation théorique des observations prochaines des sources d'ondes électromagnétiques et gravitationnelles (Frédéric Daigne).

Session sur les outils logiciels

Cette session a permis d'approfondir certaines solutions techniques envisageables dans le cadre de l'« International Virtual Observatory Alliance » (IVOA) dont plusieurs participants à l'atelier sont membres. En particulier, la présentation sur “Visibility Service and Observation Locator: Planning future observations” par Ada Nebot, et la discussion qui s'en est ensuivie, ont souligné l'intérêt d'inscrire à terme l'initiative TS2020 dans ce cadre plus large.

3. Relevé de conclusions

Une discussion générale s'est tenue l'après-midi du troisième jour de l'atelier, dans le but d'aboutir à des actions concrètes, décrites ci-après.

3.1 Gestion des alertes et optimisation des observations

Objectif : maintenir une documentation à jour sur les différents types d'alertes d'intérêt, et contribuer au développement d'outils communs pour la gestion des alertes et l'optimisation des observations de suivi.

- Recenser les informations existantes sur les alertes des différents instruments.
 - Radio notamment : documenter les alertes prévues (contenu, format, diffusion, réception).
 - GW : besoin d'annoncer dès la notice dite “initiale” (en fait la seconde) l'information qui sera délivrée dans les notices et circulaires suivantes.
- Collecter les suggestions d'ordre scientifique (contenu des alertes) ou technique (format, outils de classification, protocoles de diffusion / réception) à proposer aux équipes produisant les alertes.
 - Uniformiser les moyens de diffusion des alertes ?
 - VOEvent comme standard ? Cf le cas de ZTF (Avro vers VOEvent).
- Suivre / initier le développement d'outils de classification des alertes en amont.
 - Avancer sur le cas d'étude LSST → SVOM :
 - adapter le « broker » AMPEL de ZTF pour ingérer les alertes de LSST ?
 - développer un algorithme de filtrage dédié.
 - optimiser l'algorithme en simulant la réponse de LSST à l'émission rémanente des GRBs.
 - tester l'algorithme sur les observations de ZTF puis l'adapter aux contraintes observationnelles de LSST (cadence, filtres optiques).
 - coupler à l'outil de cross-identification « X-match » (CDS) ?
 - étudier la compatibilité de SVOM avec les « mini-relevés » de LSST.
 - Application aux autres expériences.
- Recenser les outils logiciels existants ou à développer pour la gestion des données d'alertes et de suivi (agrégation des données en provenance de plusieurs instruments, visualisation, archivage) et l'optimisation des observations (aide à la décision, planification et coordination des balayages de boîtes d'erreur, etc) :
 - Recenser les besoins de la communauté française.

- Assurer une veille sur les outils et protocoles développés par différents groupes : TOM GRANDMA (à court terme pour O3), autres TOM déjà en production, outils développés au CDS et par l'IVOA.
- Définir les développements nécessaires.
- Faire remonter à l'IVOA les besoins de la communauté française.
- (Contribuer à) organiser l'effort commun de développement en France.

3.2 Services d'observation

Objectif : établir des propositions concrètes à soumettre à l'INSU pour la labellisation de nouvelles tâches de service.

- Préciser les tâches concernées :
 - Développement d'outils logiciels pour la gestion et le suivi des alertes.
 - Développement d'outils pour l'archivage des observations du ciel transitoire.
 - Activités d'observation de suivi proprement dites ? (e.g., « Burst Advocates » dans les consortia scientifiques, demandes de temps auprès des grands télescopes terrestres ou spatiaux et coordination des observations).
- Identifier la plus-value que représenterait pour la communauté française la mise à disposition de nouveaux outils logiciels.
- Préciser l'expertise accompagnant le développement et la maintenance de ces outils et dont la communauté pourrait bénéficier.
- A court terme, proposition de services de type ANO-4 (grands relevés, sondages profonds et suivi à long terme) ?
- A plus long terme, évolution vers un pôle thématique national au sein des services de type ANO-5 (centres de traitement, d'archivage et de diffusion des données) ?
- Echéance : exercice de prospective de l'INSU en 2019.

3.3 Implication française dans SOXS

Objectif : instruire dès l'automne 2018 une proposition de participation de la France.

- En particulier dans le cadre de la stratégie de suivi des alertes de SVOM, LSST et des SNe.
- Définir le retour scientifique pour la communauté française.
- Trouver des possibilités de financement (CSAA, Région(s), ANR) permettant de rejoindre SOXS.
- S'assurer que le sujet soit discuté dans le cadre de la prospective INSU en 2019.

3.4 Proposition au PNHE d'un projet TS2020 pérenne

Les deux premiers ateliers TS2020 ont réuni une cinquantaine de personnes pendant trois jours aux printemps 2017 et 2018 et ont été jugés très fructueux. Ils ont permis de dresser le panorama des questions scientifiques abordées et des moyens instrumentaux disponibles, et de discuter plus précisément la problématique des alertes, en identifiant les outils nécessaires ou à développer.

Lors de la discussion finale du deuxième atelier, il a été décidé d'organiser un nouvel atelier national au printemps 2019, alors que la campagne de prise de données O3 de LIGO-Virgo aura déjà bien débuté, et que la communauté INSU dans son ensemble sera dans la dernière ligne droite de son exercice de prospective. Par ailleurs, le travail envisagé sur les outils logiciels (voir la section 3.1) et la réflexion sur la labellisation éventuelle de nouveaux services d'observation (voir la section 3.2) nécessitent de mettre en place des sous-groupes de travail dédiés. Pour toutes ces raisons, il a été décidé de proposer au PNHE la création d'un projet TS2020 pérenne. La demande, qui sera portée par Frédéric Daigne et soumise mi-septembre, comprendra les volets suivants :

- Demander un financement pluri-annuel pour continuer la série des ateliers TS2020 :
 - Prochain atelier scientifique à prévoir au printemps 2019 pour pouvoir notamment contribuer à l'exercice de prospective INSU.
 - Renforcer l'aspect inter-disciplinaire de l'initiative TS2020 en invitant des collègues issus des communautés PNCG (SNe, micro-lensing, etc) et PNPS (étoiles massives, etc) potentiellement intéressés ; prendre les premiers contacts cet été, par exemple à l'occasion des journées de la SF2A.
- Demander un financement pour des missions des sous-groupes de travail "Gestion des alertes et optimisation des observations" et "Services d'observation".

Enfin, il a été décidé de contacter l'INSU pour s'assurer d'ores et déjà que le ciel transitoire sera identifié comme une thématique importante de son exercice de prospective.