

TRANSIENT SKY 2020

LAL, Orsay, 20-22 Juin 2017

Par Sarah ANTIER au nom du comité d'organisation scientifique

1. Présentation générale

A l'horizon 2020, de nombreux instruments (LSST, SKA, CTA, SVOM, LIGO-Virgo, IceCube, KM3NET ...) seront en fonctionnement. Ils formeront un ensemble complet sensible à tout le spectre électromagnétique et aux multi-messagers (neutrinos, ondes gravitationnelles).

Dans ce contexte, il est important de préparer dès maintenant les nouveaux défis de l'astronomie du ciel transitoire.

L'atelier a dressé un panorama des instruments dans lesquels la France participe à l'horizon 2020 et du retour scientifique attendu. Transversalement, il a été aussi centré sur les différentes thématiques de l'astronomie du ciel transitoire (sources galactiques, AGN, GRBs, SN, neutrinos et GW) en particulier sur les outils et les tâches nécessaires et communes à ces thématiques : types d'alertes (gamma, visible, multimessagers), la sélection des alertes, le suivi des alertes par l'ensemble de la collaboration, la gestion des données (observatoire virtuel, ...), la publication des résultats. Un temps important de l'atelier a été dédié aux discussions avec l'ensemble de la communauté.

Avec le support du PNHE et de la Faculté des Sciences de l'Université Paris-Sud, cet atelier a eu pour but de fédérer la communauté astrophysique autour de la thématique du ciel transitoire.



Transient Sky 2020
Atelier PNHE collaboratif
20 - 22 juin 2017
Laboratoire de l'accélérateur linéaire d'Orsay,
Auditorium Pierre Lehmann, Bât. 200, Université Paris-Sud

Comité scientifique d'organisation :
Sarah Antier (LAL)
Bertrand Cordier (CEA)
Chiara Ferrari (OCA)
Diego Götz (CEA)
Cyril Lachaud (APC)
Nicolas Leroy (LAL)
Thierry Pradier (IPHC)
Jérôme Rodriguez (CEA)
Fabian Schussler (CEA)
Susanna Vergani (GEPJ)

Comité local d'organisation :
Nicolas Leroy (LAL)
Sarah Antier (LAL)
Bertrand Cordier (CEA)
Cyril Lachaud (APC)
Pierre Gruning (LAL)
Sébastien Dubois (LAL)
Angélique Volland (LAL)

Faisons-face aux défis du ciel transitoire

CERN LAL UNIVERSITÉ PARIS SUD PNHE

Table des matières

1.	Présentation générale	1
2.	Objectifs principaux	5
3.	Retour d'expérience de l'atelier.....	5
4.	Déroulement de l'atelier	6
5.	Moyens mis à disposition.....	6
6.	Présentations des différentes sessions	7
a.	Session des sources transitoires	7
b.	Session détection des sources transitoires	7
c.	Session dédiée aux alertes multimessagers.....	7
d.	Session dédiée aux sources transitoires de haute énergie	7
e.	Session dédiée aux sources transitoires radio	8
f.	Session dédiée aux sources transitoires visibles.....	8
g.	Organisation de la communauté française	8
h.	Outils	8
i.	Conclusion.....	8
7.	Généralités sur la stratégie d'observation des sources transitoires	9
8.	Alertes des sources transitoires	9
a.	Génération des alertes.....	9
b.	Réception des alertes.....	10
c.	Outils	11
9.	Suivi des sources transitoires localisés avec les télescopes.....	11
a.	Généralités sur l'organisation d'un suivi de sources transitoires	11
b.	Suivi avec des télescopes robotiques.....	11
c.	Suivi avec des télescopes de classe moyenne (4m)	11
d.	Suivi avec des grands télescopes et JWST.....	12
e.	Suivi avec télescopes sensibles en infrarouge	12
10.	Spécificités de l'astronomie multimessagers.....	12
a.	Neutrinos.....	12
b.	Ondes gravitationnelles	13
11.	Spécificités liées à différents projets.....	15
a.	Généralités sur les projets.....	15
b.	Instruments de haute et de très haute énergies	15
c.	Projet Gaïa.....	15
d.	Projet LSST.....	16
e.	Projet SVOM.....	16

f.	Instruments sensibles dans le domaine radio.....	17
12.	Valorisation du suivi des sources transitoires	18
13.	La communauté française du ciel transitoire.....	18
14.	Liste des actions	20
15.	Perspectives	22

Ce rapport effectue la synthèse des remarques, questions, actions émises durant l'atelier. L'ensemble de la réflexion scientifique présentée dans ce dernier est tirée de différentes sources: les présentations des chargés de discussions, la présentation de Jean-Luc Atteia sur les conclusions de l'Atelier, les commentaires du forum, les prises de notes réalisées au cours des discussions par les membres du comité d'organisation.

Souvent présenté au format télégraphique, pour chaque thématique, il sert comme mémo et permet d'avoir une vision d'ensemble de l'activité scientifique française autour de la thématique du ciel transitoire. Il met aussi en lumière les problématiques actuelles les plus discutées.

Il dresse enfin une série d'actions autour de cette activité.

2. Objectifs principaux

- ✓ Réunir la communauté du ciel transitoire en France
- ✓ Faire le bilan de l'existant
 - Qui participe aux activités du ciel transitoire ?
 - Quelles sont les stratégies actuelles employées ?
 - Comment s'effectue le retour scientifique ?
 - Quels sont les problèmes rencontrés aujourd'hui ?
- ✓ Préparer la communauté française aux outils et méthodes et tâches liées à l'exploration de l'univers du ciel transitoire pour 2020
 - Mieux comprendre le rôle des phénomènes extrêmes dans l'univers et la physique qu'ils mettent en jeu
 - Faire participer la communauté française à l'essor de l'astronomie du ciel transitoire et multimessagers
 - Faire face à une diversification des alertes : multimessagers et multi-longueurs d'ondes (gamma, rayons X, visible, radio, ...)
 - Faire l'inventaire des missions/télescopes en opération vers 2020
 - Gérer le parc d'instruments susceptibles de détecter et caractériser des sources transitoires candidates
 - Gérer les alertes envoyées par la communauté et optimiser les stratégies de suivis
 - Définir les outils à développer pour le ciel transitoire pour la gestion des données
 - Discuter de l'accès aux données et aux alertes

3. Retour d'expérience de l'atelier

L'atelier TS2020 a réuni une cinquantaine de chercheurs, de communautés différentes (neutrino, ondes gravitationnelles, rayons gamma, rayons X, visible, radio), dont la thématique principale de recherche est centrée sur l'astronomie variable et transitoire.

Cet atelier intervient dans un contexte où l'astronomie du ciel transitoire a pris un véritable tournant avec l'arrivée des instruments multimessagers et des nouveaux projets qui augmenteront largement le nombre des sources transitoires détectées.

Les présentations et les discussions ont montré une belle diversité de la thématique du ciel transitoire, et un véritable intérêt pour cette branche de l'astronomie.

Les participants, ainsi que les orateurs, les chargés de discussions et le public ont, ensemble, contribué à la réussite de cet atelier grâce à la qualité des présentations, l'animation des discussions, les questions posées d'une communauté à une autre et les idées émises.

L'atelier a su montrer l'importance des enjeux. Il a mis en avant plusieurs sujets de réflexion en particulier le besoin d'organisation de la communauté française afin de se préparer aux défis du ciel transitoire au cours de la prochaine décennie.

4. Déroulement de l'atelier

Pendant la première demi-journée (mardi 20 juin après-midi), le bilan des connaissances sur les sources a été dressé et les moyens mis en place pour les détecter, les observer et les caractériser avec les observatoires actuels ont été présentés.

Les trois demi-journées suivantes étaient consacrées aux activités futures. Pour chaque communauté, les présentations ont dressé un panorama des instruments dans lesquels la France participe à l'horizon 2020 et le retour scientifique attendu sur l'astronomie du ciel transitoire, leur politique et leur stratégie d'observation ainsi que leur interaction avec le reste de la communauté scientifique.

La dernière demi-journée a porté sur les outils, les moyens de communications qui devront être imaginés pour faire face au défi de 2020.

L'ensemble des présentations sont disponibles sur le programme de la conférence : <https://indico.in2p3.fr/event/14321/timetable/#20170620.detailed>

5. Moyens mis à disposition

Dans l'intérêt de l'atelier PNHE TS2020, le comité d'organisation scientifique avait mis en place :

- ✓ Un programme scientifique cohérent : communauté par communauté avec d'importants créneaux de discussions.
- ✓ Des conseils pour les présentations (sous forme de modèles de planches de présentations).
 - Pour les présentations relatives à la physique des sources: l'inventaire des sources connues, notre compréhension actuelle et les grandes questions scientifiques, ...
 - Pour les présentations relatives aux futures missions/instruments: l'étude des phénomènes transitoires précédemment listés et des interrogations qui pourront être soulevées grâce aux observations, des points forts et des points faibles de chaque mission/instrument future par rapport à leurs prédécesseurs, leur programme de détection de sources transitoires (par exemple, combien d'alertes par an ? Comment l'alerte est envoyée au reste de la communauté scientifique, sous quel format, quelles sont informations/données immédiatement disponibles), leur programme d'observation suite à la réception d'alertes extérieures (comment la communauté réagit-elle ?), ou, plus largement, quelle est la vision de la communauté sur l'astronomie du ciel transitoire, quels sont les points clés à discuter, quels sont les outils manquants ?

<https://docs.google.com/presentation/d/1vBlzCwCzGoQ2QFr8zCo0kG0GsshVowHsmm9aUpVCRY>

- ✓ Un forum de discussion pour maximiser les échanges au cours des discussions : https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jx1_pGgFqoXUoyKN8NJGFJoqYmKoICDSFBwPRsFVdLs/edit#gid=0
- ✓ Un Panorama sur les instruments du ciel transitoire https://docs.google.com/spreadsheets/d/11P8dNBjCAGY_C8pv3TphTPalY2-xqgc7ni-wiTK6g4/edit#gid=1714128354
Ce document est sous la responsabilité de plusieurs coordinateurs de groupe de travail: neutri-
nos (resp. Thierry Pradier), GW (resp. Nicolas Leroy), très haute énergie (resp. Fabian

Schüssler), astronomie Gamma/X (resp. Diego Götz), astronomie du domaine visible petit champ de vue et grand champ de vue (resp. Susanna Vergani et Alain Klotz), astronomie radio (resp. Chiara Ferrari).

6. Présentations des différentes sessions

a. Session des sources transitoires

Cette session était dédiée aux sources transitoires connues.

Galactic Sources	C.Gouiffes ; J. Rodriguez
Extragalactic AGN	B.Lott
Extragalactic : GRB and SN	F.Daigne

b. Session détection des sources transitoires

Cette session était dédiée au suivi actuel dans le domaine visible effectué pour quelques sources transitoires classiques ainsi que la caractérisation de ces sources avec les télescopes de précision. La discussion a porté sur le suivi.

Early follow-up	A.Klotz
Long term follow-up and revisits	E.Lefloch
Discussion on follow-up strategy	S.Vergani

c. Session dédiée aux alertes multimessagers

Cette session était dédiée aux triggers multimessagers (neutrinos et ondes gravitationnelles) ainsi qu'à leur suivi.

Neutrino Physics	B.Baret
Antares, IceCube, KM3Net	A.Coleiro
Discussion on neutrino astronomy	D.Dornic
GW Observatories	M.Bizouard
GW follow-up network	S.Antier
Discussion on GW astronomy	F. Marion

d. Session dédiée aux sources transitoires de haute énergie

Cette session était dédiée aux sources transitoires de très haute énergie. Parmi les sources transitoires HE, on peut compter sur les GRBs, PWNE, les flares de magnetars, les AGN/blazars, les micros quasars et les binaires de rayons X, les micro-quasars et les binaires X, les novas et les contreparties des neutrinos et GW.

SVOM	B.Cordier
------	-----------

CTA
HE Survey
Discussion on Gamma-ray astronomy

C.Boisson
F.Schüssler
M.Bernardini

e. [Session dédiée aux sources transitoires radio](#)

Cette session était dédiée aux transitoires radio avec notamment un aperçu des projets SKA et NenuFAR.

Radio transients : SKA and precursors	S.Corbel
NenuFAR	J.Girard
Discussion on radio transient astronomy	C.Ferrari

f. [Session dédiée aux sources transitoires visibles](#)

Cette session était dédiée principalement au projet LSST du point de vue de l'astronomie des objets transitoires.

Optical transients	M.Dennefeld
LSST	M.Moniez
Discussion on optical transient sky	A.Klotz

g. [Organisation de la communauté française](#)

Cette session présentait des pistes de réflexion pour mieux organiser la communauté française autour de la thématique du ciel transitoire (avec notamment le rôle du PNHE).

Organisation of the Italy community for the transient sky	P. D'Avanzo
Status and actions in France	G.Dubus
Discussion on French organization	B. Cordier

h. [Outils](#)

Cette session était dédiée aux outils spécialisés à développer pour la thématique du ciel transitoire avec notamment l'utilisation des outils développés par le CDS et l'IVOA.

CDS and VO tools	A.Nebot
Discussion: Tools for Time Domain Astronomy	J. Lefèvre

i. [Conclusion](#)

Conclusion de l'atelier	J.L. Atteia
-------------------------	-------------

7. Généralités sur la stratégie d'observation des sources transitoires

L'étude du ciel transitoire nécessite à la fois la surveillance du ciel et le suivi des sources transitoires détectées.

Les deux opérations peuvent faire appel à des instruments différents.

- La surveillance du ciel :
 - Couverture de grandes zones du ciel avec une bonne sensibilité : il faut des observatoires avec un grand champ de vue (ou couvrant une grande surface céleste).
 - Des traitements en ligne sont nécessaires pour détecter rapidement les sources transitoires automatiques.
- Le suivi
 - Il faut des instruments flexibles pour réagir rapidement et adapter les observations au type de source transitoire.
 - L'informatique doit permettre la réception et l'émission des alertes ainsi que l'analyse des observations en temps réel et minimiser autant que possible l'intervention humaine.

8. Alertes des sources transitoires

- Pour l'astronomie du ciel transitoire, il faut changer les façons de travailler par rapport aux outils traditionnels employés en astronomie.

a. Génération des alertes

- Quelle soit la nature de la source transitoire détectée, il faut savoir envoyer l'alerte aussi vite que possible ce qui peut représenter un investissement important :
 - Traitement en ligne : l'exigence de la réponse se situe entre quelques secondes à quelques minutes
 - Diffuser rapidement l'alerte dans des formats acceptés le plus largement possible
 - Former un réseau de partenaire qui pourra effectuer le suivi
- L'envoi d'une alerte à un réseau est une sorte de « bouteille à la mer », c'est une première étape, il faudrait ensuite une coordination de suivi en utilisant les infos disponibilité et caractéristiques des alertes pour choisir les télescopes d'observation. Est-ce que cela doit être organisé par la collaboration qui envoie l'alerte ? Est-ce que c'est la communauté qui doit se coordonner ? Est-ce qu'une coordination sur grande échelle est possible ? Cette idée a été essayée pour les astéroïdes mais cela n'a pas fonctionné car il y avait trop de contingences (météo panne technique, ...)
- Centraliser les alertes est un peu compliqué car il faut maintenir le système en temps réel.
- **Réflexion sur un service/Protocol standard pour l'envoi/réception des alertes !**
- Un des projets de l'IVOA (International Virtual Observatory Alliance, www.ivoa.net) est de travailler sur un standard d'alertes.
- Pour les alertes, le format JSON est entrain de remplacer le format HTML car plus « human readable »

i. VO Events

- Les formats VOEvent sont longs à mettre en place (tests,...). Les formats GCN socket + mail sont à l'inverse plus facile au premier abord.
- Les informations demandées dans les VOEvents ne sont pas pertinentes pour les petites structures (ex Tarot)

- Des outils (tutoriels/exemples) ont été mis en place pour rendre le système plus simple (avec du système de filtrage). Il existe aussi des outils complets, qui gèrent la réception+l'envoi des alertes VoEvent (e.g. Comet).
- Retour du CDS et de l'IVOA : le standard VOEvent de l'IVOA semble assez stable à l'heure actuelle. Le groupe de travail IVOA concerné reçoit les commentaires et les propositions avec bienveillance (expérience personnelle pour l'adaptation des VOEvent aux transitoires/prédictions dans le système solaire). Des équipes membres des communautés PNST (Soleil-Terre: météo de l'espace) et PNP (Planéto: géo-croiseurs) commencent à réfléchir à des systèmes d'alertes pour les phénomènes transitoires dans l'environnement terrestre. Certains ont commencé à développer leur prototype en utilisant les VOEvent de l'IVOA (comme par exemple le projet FRIPON)
- Dans le cadre du projet H2020 Europlanet, IVOA (CDS) développe un système d'alerte pour des observations ou des prédictions d'événements dans le système solaire (événements solaires, prédiction de l'arrivée de perturbations du vent solaires aux planètes, sondes ou comètes, pluie de météores sur Mars, fireball sur Jupiter...). L'infrastructure VOEvent est utilisée par l'IVOA. Pour garder une trace des observations/prédictions pour d'éventuelles futures analyses, chaque VOEvent produit par les partenaires du projet est inséré dans une base de données dont le contenu est mis à la disposition à l'aide du protocole TAP (Table Access Protocol) de l'IVOA. Cela permet aussi d'avoir un moyen de récupérer des VOEvent déjà émis, mais pas reçu en temps réel (coupure réseau, par exemple).
- **Comment procéder au niveau de l'archivage des VOEvents pour l'ensemble de nos observations ?**

ii. GCN

- Service mis en fonctionnement depuis 1993 et maintenu par la NASA
 - Maintenance du service par une seule personne (Scott Barthelmy).
- Il est composé de
 - Notices (localisation en temps-réel)
 - Circulaires (format libre, écrite par des humains)
 - Répertoires communs
- Les notices du protocole GCN ne sont pas des processus assez robustes pour traiter des millions d'alertes. GCN n'est pas adapté au volume d'alertes à venir

iii. Autres services

- Pour les supernovae, le système initial a disparu dès que la personne en charge a quitté ses fonctions
- Autres services évoqués durant l'atelier : ATEL (Astronomers's telegram), SNEWS

iv. Atelier sur les formats d'alertes

- Meeting Asterics en septembre à Amsterdam (26-28 septembre) pour discuter de l'avenir des formats d'alerte (filtres). Un compte rendu au PHNE serait le bienvenu.

b. Réception des alertes

- Le nombre d'alertes et leur diversification va fortement augmenter à l'horizon 2020.
- Généralement, les émetteurs sont aussi les receveurs des alertes
 - Les receveurs doivent mettre en place une plateforme de tri
 - Lors de la réception d'une alerte, il faut adapter la stratégie d'observation

- Pour les ToOs, faut-il avec un procédé automatique ou une bonne sélection de filtrage en amont de la part des receveurs (accepter un certain nombre d'alertes par an) ?

v. Plateforme de tri

- Repenser les systèmes d'abonnement avec des options pour filtrer les alertes
- Quelles alertes sélectionner pour effectuer le suivi ? Est-ce que le choix s'effectue au cas par cas ? suivant les liens tissés avec la communauté qui a généré l'alerte ?
- Qui doit faire le choix ? Est-ce à la communauté qui est à l'origine du déclenchement (le trigger) de gérer les alertes envoyées ou à celle qui les reçoit ?

c. Outils

- Difficulté pour les classifications, quels outils ? certains outils de filtrage sont développés au Royaume-Uni.
- demande spécifiques pour certains outils à faire remonter à l'IVOA. IVOA est maintenant très ouvert sur la problématique du ciel transitoire.
- Outils CDS : version en ligne (simplifiée), via un logiciel ou en ligne de codes avec possibilité d'utiliser REST API. De nombreux tutoriels sur internet.
- Outils différents pour les petites ou les grandes groupes (support technique différent)
- Autre base de données mise en place par Israël (Transient Name Server, <https://wis-tns.weizmann.ac.il/>)
- Est-ce que ces outils sont adaptés pour travailler en temps réel et répondre aux alertes qui nécessitent un suivi très rapide ?

9. Suivi des sources transitoires localisés avec les télescopes

a. Généralités sur l'organisation d'un suivi de sources transitoires

- Quels sont les télescopes auquel la communauté française a accès ?
- Avoir un recensement des possibilités françaises en termes d'observation pour les télescopes ?
- Coordonner le fonctionnement de l'ensemble des télescopes français
- Ne pas oublier le suivi à très long terme qui permet d'étudier l'environnement de la source

b. Suivi avec des télescopes robotiques

- Les télescopes robotiques de spectrométrie sont le futur. Ex : SOXS et NTE (classe ~4m).
- Recenser les besoins de suivis robotiques pour les projets où les astronomes français collaborent
- Mention de LCOGT et de sa manière de fonctionner : programmation sur l'ensemble du réseau (ainsi que reprogrammation en cas de problème).
- accès SVOM/GFT aux français : réservé SVOM ou OCEVU ou plus large discussion pas encore eu lieu et doit être faite (25-30 % possible soit plusieurs dizaines de nuits/an)

c. Suivi avec des télescopes de classe moyenne (4m)

- Il n'y pas assez de télescopes de 4m disponibles pour effectuer de la spectroscopie

- Réseau de télescopes de taille moyenne (microlensing) constituent aussi un réseau pour faire photométrie avec télescope de 1m dans le plan de la Galaxie; sont-ils robotisés ? Sont-ils réactifs ? Ce sont aussi des clients/fournisseurs potentiels.
- ePESTO : demandes de projets clos. Peu de participation française
- SOXS : participation française ?
- NTE : contribution de SVOM possible, quel retour ?

d. Suivi avec des grands télescopes et JWST

- Télescopes de type VLT, GTC : petit champ de vue mais peut être utilisé pour l'étude de la rémanence des sursauts gamma ou des SNaE
- Souvent associés à des télescopes de plus petite taille
- Demande de temps pour les grands télescopes tous les semestres
 - Temps disponible très contraint
 - Cas d'utilisation du type ToO doit être prévu à l'avance mais peut être ensuite déclenché très rapidement
- Se coordonner pour la demande de temps sur les grands télescopes. Pour l'instant, il n'y a pas de coordination française pour les GRBs pour la demande de temps des télescopes ESO.
- On manque clairement de grands télescopes pour faire la spectroscopie des sources transitoires
- Quelle participation française pour JWST ?
- Quelle participation française pour ELTs ?

e. Suivi avec télescopes sensibles en infrarouge

- Collaboration importante sur Spitzer pour l'étude des galaxies hôtes des sursauts gamma

10. Spécificités de l'astronomie multimessagers

L'astronomie multimessagers regroupe les alertes et suivi multimessagers : neutrinos et ondes gravitationnelles. La particularité du suivi est que l'erreur de localisation est importante (voir très grande pour les ondes gravitationnelles).

a. Neutrinos

vi. Triggers neutrinos

- Détections au MeV (neutrinos de supernovae). SNEWS (pas encore utilisé). Le problème principal est de déterminer la direction de la supernova ?
- Peu de modèles théoriques sur les objets pour les neutrinos d'énergie intermédiaire 50GeV-50TeV. Plus de support des théoriciens et des phénoménologistes.
- Peu de représentation française pour la communauté neutrino à basse énergie et peu d'interaction à l'international.
- Expériences neutrinos dominés par le bruit. Il faut mettre en place d'importants moyens pour développer des analyses temps-réel
- L'information électromagnétique permet de réduire l'espace des paramètres
- Domaine exploratoire : les événements « neutrinos cascades »
- Domaine exploratoire : détection d'un signal neutrino de l'ordre du MeV.

vii. Suivi des alertes neutrinos

- Projet de détection radio pour les neutrinos UHE (EeV) : encore en R&D
- Pour les télescopes opérant dans le domaine visible, la coordination se passe bien.

- Le suivi doit engager une large diversité de télescopes électromagnétiques
- Il n’y a pas pour l’instant de coordination entre ANTARES/KM3NET et IceCube.
- Estimation du délai entre détection neutrino et contrepartie EM ? Radio jusqu’à un an. Optique : immédiat puis 15-30 jours (SN). X, Gamma : immédiat.
- **Réflexion sur la stratégie d’observations des neutrinos en particulier les re-visites**

viii. Suivi des alertes par la communauté neutrino

- Pour le suivi Swift (qui concerne 6 alertes Antares par an), les seuils sont fixés par les analyses en ligne
- Coordination des télescopes neutrinos en cours. AMON a tenté une approche pour mélanger toutes les infos multi-messenger (p.e. corrélations entre les données sous seuils de plusieurs observatoires). C’est très américain et ne donne pas de résultats pour le moment. Les GW n’y sont pas pour l’instant (prévu au moins pour les alertes publiques pendant O3). Actuellement c’est principalement un canal d’alerte pour distribuer les alertes IceCube. Les collaborations ne donnant pas encore d’alertes sous seuil, AMON n’utilise que les données publiques...

ix. Echange avec les partenaires

- On note une lassitude sur le suivi des alertes publiques d’IceCube par les partenaires (en particulier le domaine visible)
- Il y a une pression pour **les détecteurs neutrinos à garder les données privées...** des discussions en cours pour assurer une certaine quantité d’infos publics.
- L’intérêt des MoU est d’avoir un partenariat privilégié (motivation pour le suivi, publications)
- Contre-exemple motivant des alertes publiques : bonne synergie sur une publication concernant l’événement d’Antares qui a été bien suivi avec plusieurs ATEL...

b. Ondes gravitationnelles

Les présentations de cette session étaient dédiées aux sources transitoires qui pourraient émettre des ondes gravitationnelles, aux analyses online/offline et à la recherche de contreparties neutrinos/électromagnétique.

x. Sélection des contreparties candidates

Question: Parmi les candidats de contrepartie d’émissions d’ondes gravitationnelles, quelles sont les critères pour sélectionner ceux qui présentent le plus d’intérêt ? Est-ce que les modèles d’émission sont utiles dans ce sens ?

- Remarque générale: manque d’information sur les stratégies de suivi des alertes GW et manque de communication entre les différents groupes de la communauté électromagnétique. **Incohérence du suivi électromagnétique.**
- Certains groupes utilisent l’estimation de la distance fournie lors des alertes GW et éliminent les événements transitoires situés au-delà de l’horizon (l’information 3D est donc très utile).
- La distance aide aussi pour la stratégie d’observation des galaxies contenues dans l’horizon des interféromètres (ex: Swift/XRT and HESS). Cela est très adapté pour les systèmes NS-NS mais **le catalogue est incomplet au delà de 200 Mpc.**
- On peut aussi éliminer les supernovæ qui sont trop vieilles par rapport au temps du trigger GW.

- La spectroscopie est nécessaire pour sélectionner les contreparties candidates intéressantes (notamment pour les sources transitoires).
- Les observations conjointes permettent de mieux caractériser les candidats. (ex: MeerKat + MeerLicht: instruments radio et optique, respectivement, en Afrique du Sud. MeerKAT : précurseur de SKA)

xi. Echanges avec les partenaires

Question: Est-ce que la privatisation des alertes GW n'affecte pas l'efficacité du suivi EM/neutrino?

- Durant O3, les alertes les plus significatives (False alarm rate $< 1/100$ ans) seront publiques
- Les MoUs peuvent permettre de créer un lien particulier avec les partenaires et d'assurer un retour scientifique
- MoUs sont efficaces pour les groupes scientifiques importants. Mais les télescopes de plus petite dimension et les astronomes amateurs/professeurs ne peuvent pas participer directement au suivi alors qu'ils peuvent être utiles pour les revisites.

Question: Pourquoi cette politique de MoU a été mise en place ?

- Les analyses hors-ligne/locales mettent du temps pour estimer les paramètres des sources (masses, spins, ect)
- LVC ne souhaite pas changer de politique durant le run. Cela va changer pour O3 (nov 2018)

xii. Alertes GWs

- Le nombre d'alertes O2 est acceptable pour les communautés qui suivent la boîte d'erreur des ondes gravitationnelles.
- Les grands relevés préfèrent les alertes avec un niveau de confiance minimale ce qui est le cas contraire pour les télescopes à petit champ de vue.
- En conclusion, l'envoi d'alertes avec des critères qui permettent de choisir ou non de suivre l'alerte est un bon compromis.

xiii. Coordination du suivi

Une centralisation du suivi est nécessaire pour optimiser la stratégie d'observation de la boîte d'erreur

- Qui est responsable de la communauté du suivi des alertes ? Où s'arrête le service de la communauté LIGO/VIRGO ?
- LVC envoie uniquement des triggers avec un haut niveau de fiabilité (des vérifications concernant la qualité des données des interféromètres ont été réalisées par la LVC). Mais ce processus de vérification demande du temps (environ 30 min). Est-ce qu'il ne faudrait mieux pas envoyer l'alerte directement sans trop de vérification quitte à la rétracter ensuite ? Possibilité discuter pour le run O3.
- **Nécessité d'avoir un outil pour reporter les contreparties candidate ? Dans ce cas, est-ce qu'il serait intéressant d'utiliser GraceDB (outil interne de LIGO/Virgo) ?**
- **Outil pour reporter les observations prévues/encours en temps réel, pour pouvoir couvrir convenablement la boîte d'erreur.**
- Les observations simultanées peuvent donner une information très intéressante → atelier avec les astronomes serait le bienvenue.

- xiv. Publication du suivi des ondes gravitationnelles
- Le modèle Swift (avec les données publiques) a été un véritable succès. Les équipes Swift ont été souvent co-auteurs des papiers scientifiques utilisant leurs données publiques.
 - Il est cependant difficile d'avoir la même politique pour les ondes gravitationnelles étant donné le nombre d'auteurs de la LVC et le nombre d'astronomes partenaires. La rédaction des articles sera bien longue.
 - En vue de la préparation d'O3, les astronomes ayant signé un MoU avec LIGO/VIRGO peuvent donner leur point de vue dans le forum dédié.

11. Spécificités liées à différents projets

a. Généralités sur les projets

- Comment est-ce qu'on participe aux nouveaux instrument/télescopes/projets ?
- Accords entre différents projets ? Si accord suivant MoUs, comment pérenniser le réseau ?

b. Instruments de haute et de très haute énergies

- xv. Stratégie d'observation des sources transitoires gamma
- Quel remplacement est prévu pour RXTE ASM (terminé en 2012!) à court terme? Maxi est un bon remplaçant (entre 1 et 30 keV). Qui peut prendre la relève entre 1 et 30 keV? [Swift/BAT? Astrosat/SSM? SVOM/ECLAIRS? eXTP ou LOFT/WFM? ...]
- xvi. HAWC/LHAASO
- Observatoires à grand champ et duty-cycle de 100%: monitoring du ciel transitoire + envoi d'alertes
 - Réaction aux alertes MWL/MM sans délai : toutes les données sont stockés et peuvent être analysés tenant en comptes les délais de l'envoi de l'alerte (voir p.e. alertes LVC)
 - Points faibles : sensibilité réduite et seuil en énergie élevé par rapport aux IACTs
 - Collaborations (p.e. échanges d'alertes, analyses communes, monitoring sur le long terme) entre HAWC/LHAASO et CTA important pour tirer profit de leur complémentarité
- xvii. CTA
- Suivi des alertes CTA **avec un télescope robotique dédié ?**
 - Etude au sein de la communauté CTA pour décider si faire le suivi des sources avec des MoU avec des télescopes robotiques externes ou si s'équiper d'un télescope dédié, au sein de CTA (ou les deux). La stratégie de suivi est compliquée et les besoins sont très spécifiques et différents selon le cas scientifique
 - Cela coûte cher (250 keuros) et le montage du budget est compliqué
 - Besoin de la polarimétrie
 - Quel sensibilité

c. Projet Gaïa

- Les alertes ne sont pas automatiques : peu de discussion en amont et les suivis sont effectués par une communauté un peu différente de celle des événements.
- pour les supernovae, il y a des outils pour récupérer les infos publiées. Le problème est la vitesse à laquelle les résultats sont publiés, les délais peuvent être très longs (plusieurs heures à plusieurs jours)

d. Projet LSST

Le projet LSST est un projet unique. C'est l'un des seuls télescopes bientôt en service qui effectuera un très large relevé du ciel en visible.

xviii. Stratégie d'observation

- L'utilisation d'un unique filtre ne devrait pas poser de problème dans le sens où l'objectif principal du projet est de détecter des sources transitoires candidates et non de les caractériser. Mais plusieurs filtres permettraient à ceux qui font le suivi de mieux choisir parmi le très grand nombre d'alertes.
- Phase de commissioning de LSST : sur la variabilité du LMC ou SMC. Il serait bien d'avoir un catalogue des étoiles des galaxies du groupe local pour voir lesquelles disparaissent.

xix. Accès aux alertes

- Les alertes seront publiques
- **Le contenu précis des alertes reste à définir.** Il y a eu une discussion assez longue sur le cas du LSST lors de la dernière réunion de l'IVOA. Les besoins du LSST sont assez spécifiques, et du fait du volume des alertes qui seront produites, le standard VOEvent semble un peu lourd. On peut imaginer une version "light" du protocole pour les applications type LSST, mais cela veut dire que les messages seront très implicites et donc pas vraiment utilisables en dehors du contexte LSST (et donc pas vraiment standard ni interopérable...)

xx. Types d'alertes

- Les alertes cibleront les objets transitoires et variables
- LSST: Comment réduire le nombre important d'alertes par nuit à quelques candidats pour organiser le suivi? Avec un tel taux d'alertes, outre les temps et positions, il faudrait que LSST donne une estimation de leur type (GRB, flare star, astéroïde, etc...) et distance, pour permettre aux observatoires de suivi de faire le tri de ce qu'ils veulent observer.

xxi. Accès aux données

- Tout est public pour les USA et IN2P3. Ce n'est pas clair ce qui sera public pour les autres.
- **Discussion en cours concernant la demande de tickets LSST au niveau de l'INSU**

xxii. Accès aux catalogues

- **Peu de précision concernant les informations qui seront contenues dans les catalogues**

xxiii. Participation au projet LSST

- **Participation Inkind possible. Par exemple, les anglais se sont déjà positionnés sur la distribution des alertes**
- Historiquement, c'est l'IN2P3 qui a contribué au hardware français mais des contributions scientifiques sont encore possibles pour les laboratoires INSU notamment.

e. Projet SVOM

SVOM est un projet franco-chinois sous la maîtrise d'œuvre du CNES et le CNSA, dédié à l'étude des phénomènes transitoires tels que les sursauts gamma, regroupant des instruments spatiaux (lancement du satellite en 2021) et des télescopes au sol (en opération en 2019). Plus d'informations sur svom.fr

xxiv. Estimation du nombre de sursauts

- **Combien de sursauts courts sont attendus ? A l'étude**

- xxv. Stratégie d'observation des sursauts
- SVOM utilise la même stratégie d'observation des sursauts que la mission Swift : processus automatique, contrôle humain (qui aura aussi la tâche de diffuser les produits scientifiques qui vont avec).
 - Le suivi sera partagé entre les français et les chinois pour assurer ce service. Questions ouvertes liées au nombre de personnes, à leur statut, à leur formation
 - SVOM par rapport à Swift ?
 - Couverture plus large des différentes classes de sursauts
 - Meilleure couverture spectrale
 - Meilleur suivi des sursauts avec l'espoir de passer d'1/3 à 2/3 de sursauts pour lesquels on pourra mesurer le z
- xxvi. Suivi des ToO par SVOM
- 3 phases
 - Sélection scientifique des ToO (2 personnes)
 - Groupe d'experts pour évaluer que cela ne met pas en danger le satellite
 - Les commandes de repositionnement du satellite sont envoyées au Chinese Control Center.
 - Deux classes de ToOs : classiques et exceptionnelles (temps de réaction plus rapide)
- xxvii. Suivi des sursauts ECLAIRs
- SVOM aura accès à LCOGT via deux télescopes installés au Tibet avec assez de temps pour le suivi des sursauts SVOM.
 - Accès aux télescopes visibles et infrarouge SVOM pour d'autres projets
- xxviii. GWAC
- Quel est le taux d'événements GWAC envoyés par an ? Environ 200 par an mais une partie sera filtré avec les télescopes robotiques.
 - y-a-t-il accord direct GWAC et les grands télescopes ? Pas vraiment, quelques accords seulement sur des 2m. précision que GWAC a aussi des 30 et 60 cm disponibles pour photométrie plus précise
- f. Instrumentes sensibles dans le domaine radio
- xxix. Projets et collaboration française
- ASKAP/VAST → peu de français (ASKAP : précurseur de SKA en Australie)
 - MeerKAT/ThunderKAT & TRAPUM
 - Communauté française bien représentée
 - Télescope opérant dans le domaine visible associé (MeerLicht) qui pointera le champ de vue observé en radio
 - Suivi des sursauts Swift possible avec champ de vue de MeerKAT, la contrepartie sera de l'ordre de l'arcsec
 - Pipeline automatiques : publication de l'information la plus ouverte possible. Testée
- xxx. Phénomènes radio
- Cette liste est très restrictive.
- Cibles pulsars à basses fréquences
 - Pulses géants isolés mais jusqu'à quelle fréquence ?

xxxi. SKA

- Projet de grande envergure (MeerKAT, avec ses 64 antennes, sera englobé dans les 197 antennes totales de SKA1-MID)
- SKA1-LOW sera aussi intéressant pour l'étude du spectre des pulsars, en particulier en dessous de 200 MHz
- Le stockage des données est à l'étude. En particulier : projet H2020 AENEAS pour l'organisation des centres de données SKA européens.
- Grand champ de vue utile pour le suivi des GW
- Le nombre de pulsars observés aujourd'hui est de 2300 pour les pulsars classiques et 250 des pulsars ms. Lorsque SKA1 (10% SKA final) sera mis en service, on parlera plutôt de 7500 pulsars observés et 1200 pulsars ms (SKA final: 45000 pulsars observés et 5000 pulsars ms)
- **C'est le moment de porter les attentes françaises dans les groupes de travail SKA. Points de contact : Action Spécifique SKA-LOFAR et coordination SKA-France**

xxxii. Stratégie d'observation des alertes

- On ne peut pas mobiliser toutes les antennes pour une unique source (une partie en réponse automatique, une autre en attente)
- Pour LOFAR et SKA : le signal numérisé peut être rephasé. On ne peut pas cependant garder toutes les données brutes.
- Nécessité d'avoir des centres de données régionaux
- Réflexion sur l'automatisation de la gestion ToO (moins d'intervention humaine).

12. Valorisation du suivi des sources transitoires

- Coordination de la rédaction d'articles scientifiques n'est pas une chose simple
- Les « quicks » papers n'existe pas
- Difficulté réside au niveau de l'absence d'outils pour centraliser les observations
- Une autre difficulté est liée au nombre de partenaires et de projets en jeu où les politiques de divulgation scientifiques peuvent être différentes
- L'intérêt des MoU est d'avoir un partenariat privilégié (motivation pour le suivi, publications)
- L'intérêt d'une collaboration ouverte (comme modèle de Swift) est
 - De ne pas laisser sur bord de la route des collaborateurs
 - De laisser la porte ouverte à des découvertes inattendues
 - De susciter l'intérêt scientifique à long terme

13. La communauté française du ciel transitoire

xxxiii. Stratégie d'observation des alertes

- Possibilité d'organisation de gestion/réponses des alertes organisées au niveau national
 - Le suivi représente un véritable effort car pour la plupart, il est nécessaire d'avoir un suivi multi-longueur d'ondes
 - Chaque instrument dispose de ses propres contraintes
- La tâche de service concernant le suivi des sources transitoires (émanent de différents domaines) doit être reconnue

xxxiv. Programme national des hautes énergies

- Action sur projets INSU avec le soutien de l'IN2P3, INP, IRFU, CNES
- Représenter, coordonner, soutenir au sein de différentes thématiques
- Communiquer autour des projets
 - Ateliers, groupes de travail
 - Accès à quels instruments pour la communauté
 - Politique de dissémination des données et alertes
 - Intérêts scientifiques des équipes
 - Solliciter, soutien théorique nécessaire
- Est-ce que la structure du PNHE permet-il de couvrir l'ensemble des thématiques du ciel transitoire ?
- Comment le PNHE pourrait-il nous aider à travailler dans la thématique du ciel transitoire ?
 - Recenser les observatoires nationaux utiles pour le suivi, la classification, les revisites à plus long terme des sources transitoires
 - Faut-il évoluer vers un service d'observation ?

xxxv. Organisation de la demande pour le ciel transitoire

- Demande claire supportée par la communauté mais nécessité de faire pression pour que cette tâche soit reconnue.
- Demande à faire remonter suivant le canal ANO-3/ANO-5, aucun canal prévu pour le moment
- Comment trouver l'équilibre entre les programmes nationaux et les projets souvent de nature internationale ?
- Proposition d'une analyse transversale pour identifier les points en commun où une grosse partie de la communauté pourrait contribuer (ex : traitement des alertes)
- Difficulté réside dans les différents interlocuteurs (plusieurs entités en jeu)

xxxvi. Mutualiser les efforts de la communauté

- Besoin d'outils similaires pour analyser, caractériser et filtrer les alertes en provenance des projets de nouvelle génération
 - Souhaitons-nous en France s'investir dans ce processus de filtrage ?
 - Si oui, avec quel niveau de moyen et comment ?
- Pilotage partagé du suivi : ne pas attendre les projets de nouvelle génération (SVOM, LSST, SKA) pour s'organiser
- Est-ce qu'une coordination française permettrait d'être plus présent au niveau international ?
- Archivage des alertes en catalogues : contribution national ?

xxxvii. Ressources

- Manque de service pour les hautes énergies qui pénalise le recrutement des jeunes qui travaillent dans cette thématique

xxxviii. Mise en place des actions

- Identifier un groupe de travail (de quelle taille ? un représentant dans chaque domaine, observatoire).
- Etablir une feuille de route avec les priorités de la communauté (les outils à développer, la reconnaissance des services d'observations et la participation aux instruments)

- Obtenir le soutien de nos tutelles

14. Liste des actions

N°	Type d'information	Concerne	Échéance	Pour qui ?	Contenu
1	Réflexion scientifique	Envoi des alertes	Moyen terme	Scientifiques/National	Réflexion sur un service/Protocol standard pour l'envoi des alertes ?
2	Renseignement	Envoi des alertes	Court terme	National	Moyens utilisés par les communautés (prendre en compte les besoins des petites et des grandes infrastructures) et en devenir pour les envois des alertes. Est-ce que le format VOEvent est suffisant ?
3	Discussion	Alertes/outils	Moyen terme	Scientifiques - IVOA	Faire remonter les demandes d'outils concernant le ciel transitoire à l'IVOA
4	Atelier	Envoi des alertes	Court terme	Tous	Meeting ASTERICS à Amsterdam 26 -28 septembre
5	Réflexion scientifique	Envoi des alertes	Moyen terme	Scientifiques	Comment archiver les alertes ? Sur quel support ?
6	Réflexion scientifique	Suivi des alertes	Moyen terme	Scientifiques	Par exemple dans le cas des ondes gravitationnelles, faut-il soi-même effectuer ses filtrages ou pousser pour avoir une bonne sélection de filtrage en amont de la part des émetteurs (accepter un certain nombre d'alertes par an) ?
7	Action	Suivi des alertes	Moyen terme	Emetteurs d'alertes	Repenser les systèmes d'abonnement avec des options pour filtrer les alertes
8	Réflexion scientifique	Suivi des alertes	Moyen terme	Scientifiques- National	Quels outils pour la classification des alertes (comment intégrer les outils de l'astronomie classique du CDS) ? Est-ce qu'on pourrait développer en France un service pour l'archivage des observations des sources transitoires.
9	Renseignement	Accès aux télescopes	Court terme	Scientifiques - National	Faire le recensement des possibilités françaises en termes d'observation pour les télescopes classiques ?
10	Renseignement	Accès aux télescopes	Court terme	Scientifiques - National	Faire le recensement des possibilités françaises en termes d'observation pour les télescopes robotiques ?
11	Remarque	Accès aux télescopes	Moyen terme	Scientifiques - National	Dans les demandes de temps de télescopes, ne pas oublier le suivi à très long terme qui permet d'étudier l'environnement de la source
12	Action	Accès aux télescopes	Long terme	National	Coordonner l'ensemble des télescopes français (via une plateforme)
13	Action	Participation scientifique	Court terme	Scientifiques	Télescopes robotiques SOXS, NTE
14	Action	Participation scientifique	Court terme	Scientifiques	SVOM/GFTs (25-30 % possible soit plusieurs dizaines de nuits/an)
15	Renseignement	Accès aux télescopes	Long terme	National	Utiliser les télescopes de classe moyenne (microlensing) pour le ciel transitoire ?
16	Remarque	Accès aux télescopes			On manque clairement de grands télescopes pour faire la spectroscopie des sources transitoires

17	Action	Accès aux télescopes	Moyen terme	Scientifiques - National	Se coordonner pour la demande de temps sur les grands télescopes. Pour l'instant, il n'y a pas de coordination française pour les sources transitoires (GRBs, sources radio, ...) pour la demande de temps des télescopes ESO.
18	Action	Participation scientifique	Court terme	Scientifiques	Participation française JWST. Contacter les membres clés français JWST pour avoir les informations nécessaires.
19	Action	Participation scientifique	Court terme	Scientifiques	Participation française ELT. Contacter les membres clés français du E-ELT pour avoir les informations nécessaires.
20	Remarque	Neutrino			pour les neutrinos d'énergie intermédiaire 50GeV-50TeV, demande de plus de support des théoriciens et des phénoménologues
21	Remarque	Neutrino			Peu de représentation française pour la communauté neutrino à basse énergie
22	Remarque	Neutrino			Pas de coordination entre IceCube, Antares et KM3NET. Chacun possède ses partenaires pour le suivi
23	Renseignement		Court terme	Scientifiques	Réseau AMON : rester informé du progrès + comment faut-il s'en inspirer ?
24	Renseignement	Ondes gravitationnelles	Court terme	Scientifiques	LIGO/VIRGO demande aux astronomes partenaires d'exprimer leurs remarques/souhaits pour le run O3 (nov 2018) sur le forum dédié https://gw-astronomy.org/wiki/LV_EM/LVEM-O1O2-Lessons (nécessaire d'être enregistré)
25	Réflexion scientifique	Ondes gravitationnelles	Moyen terme	Scientifiques - LVC	Il manque un service qui centraliserait les observations prévues par les astronomes pour suivre la boîte d'erreur et rechercher la contrepartie ainsi qu'une base de données pour reporter les contreparties candidate. Plus largement, ce service pourrait centraliser les informations des observations de suivi d'objets transitoires de la communauté française.
26	Action	CTA	Moyen terme	Scientifiques - CTA	Comment la France pourrait-elle impliquer pour un télescope pour le suivi CTA ?
27	Action	HAWC/LHAASO – CTA	Moyen terme	Scientifiques – CTA/HAWC/LHAASO	Comment tirer un maximum de profit de la complémentarité des observatoires ? Préparation de l'échange d'alertes et d'informations (p.e. MoUs).
28	Remarque	Projets			Comment pérenniser une collaboration fondée sur des MoUs ?
29	Remarque	Projets			Sélection d'un programme (ESA) avec des ASM au-delà de 2020 ?
30	Renseignement	LSST	Court terme	Scientifiques - LSST	Contenu précis des alertes LSST et service employé (VOEVENTS ne semble pas adapté pour le flux de donné)
31	Action	LSST	Court terme	Scientifiques - LSST	Retour attendu concernant les tickets INSU pour LSST
32	Renseignement	LSST	Court terme	Scientifiques - LSST	Contenu précis des catalogues LSST

33	Action	LSST	Court terme	Scientifiques - LSST	Se positionner rapidement si INSU souhaite contribuer au déploiement de LSST (pour l'instant, il y a une contribution de l'IN2P3)
34	Action	SVOM	Court terme	SVOM	Combien de sursauts courts pour SVOM sont attendus par an ? Taux d'événements envoyés par GWACs ?
35	Action	SKA	Court terme	Scientifiques	Remonter les attentes françaises pour SKA (à travers l'AS SKA-LOFAR et la Coordination SKA-France)
36	Renseignement	SKA	Moyen terme	National	Centres de données nationaux (pour stockage) ?
37	Renseignement	PNHE	Moyen terme	National	Comment le PNHE pourrait-il nous aider à travailler sur la thématique du ciel transitoire ? Par exemple en créant un service d'observation ?
38	Réflexion scientifique	Ciel Transitoire	Moyen terme	National	Faire remonter auprès des tutelles les demandes spécifiques concernant la thématique du ciel transitoire. La difficulté réside dans le nombre d'interlocuteurs différents, l'absence de canaux spécifiques
39	Réflexion scientifique	Ciel Transitoire	Moyen terme	National	Service national pour l'archivage des alertes ?
40	Remarque	Ciel Transitoire			Il manque des fonctions de tâches de service pour les hautes énergies (le statut de "duty scientist/advocate" n'est pas représenté)
41	Action	Ciel Transitoire	Court terme	SOC de TS2020 et CS PNHE	Pour mener à bien les postes de réflexion concernant le ciel transitoire, identifier un petit groupe de travail qui établira une feuille de route avec les priorités de la communauté (les outils à développer, la reconnaissance des services d'observations et la participation aux instruments)

15. Perspectives

Cet atelier n'a constitué qu'une première étape.

- Il faut se tenir au courant des initiatives européennes pour la communauté du ciel transitoire. Par exemple, le projet ASTERICS organise un atelier « Transient Alert Mechanisms at all wavelengths », Amsterdam, 26-28 septembre. Un compte rendu au PNHE serait appréciable.
- Une demande de la part des participants est de réitérer cet atelier collaboratif en 2018.