



LE GUIDE DE L'OBSERVATEUR



ANATOMIE DE LA FUSION DE DEUX ÉTOILES À NEUTRONS

$T_0 - 200s$

1

RAPPROCHEMENT DES ORBITES DES DEUX ÉTOILES À NEUTRONS

Ces événements sont observés dans d'autres galaxies.

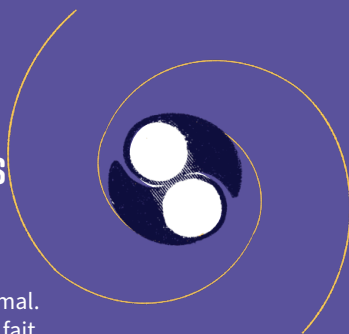


T_0

2

COLLISION DES DEUX ÉTOILES À NEUTRONS

Au moment de la fusion, le signal d'ondes gravitationnelles est maximal. C'est le moment où la détection se fait par les détecteurs LIGO/Virgo/KAGRA (LVK).



$T_0 + 2s$

3

LE SURSAUT GAMMA

Un jet de plasma, se déplaçant à quasiment la vitesse de la lumière, est émis. En son sein, les premières contreparties lumineuses s'échappent sous forme d'un flash de rayons gamma durant 1-2 secondes maximum.

S'il est dirigé vers la Terre, alors ce flash pourra être détecté par des satellites gamma.



4

L'ÉMISSION KILONOVA

Une fraction de la matière contenue dans les étoiles à neutrons primordiales est arrachée puis éjectée dans le milieu interstellaire selon divers processus. Ces éjections violentes de matière vont provoquer la capture rapide des nombreux neutrons environnants par des noyaux d'atomes légers permettant alors la formation de noyaux radioactifs parmi les plus lourds dans l'Univers. Ces derniers vont chauffer le plasma à proximité le faisant alors rayonner de l'UV à l'infrarouge.

➤ Cette lumière environ 100 à 1000 fois plus lumineuse que celle des novae est appelée "kilonova". Elle nous révèle enfin les sites de production des éléments les plus lourds dans l'Univers!

Détecter des kilonovæ implique que nous n'observons pas directement le système dans l'axe du jet dont la lumière est des milliards de fois plus brillante !

UNE KILONOVA ROUGE....

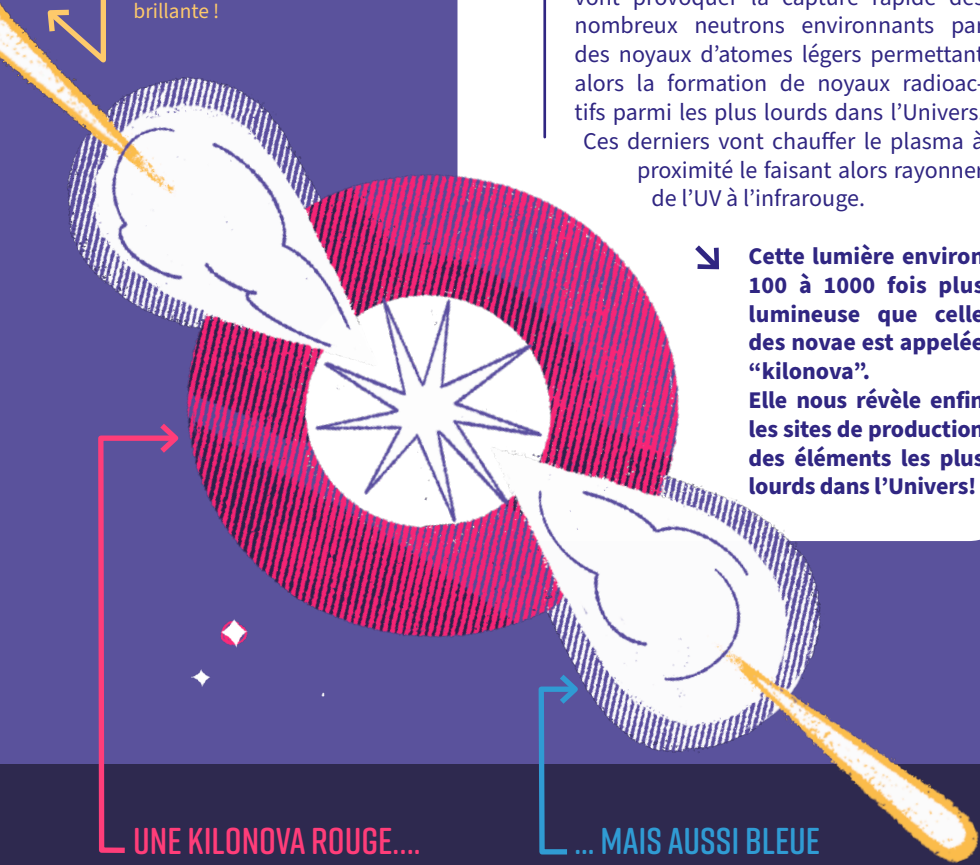
La majeure partie de la masse initialement arrachée aux étoiles à neutrons se retrouve éjectée à quelque fraction de la vitesse de la lumière dans un tore diffus le long du plan équatorial. De nombreux éléments lourds y sont alors synthétisés comme l'Or ou le Strontium.

Ces éléments, efficaces pour absorber la lumière UV et bleue, vont alors laisser s'échapper plus librement les photons de lumière rouges et infrarouges

... MAIS AUSSI BLEUE

Une éjection de matière le long des pôles peut aussi se produire à plus haute vitesse (jusqu'à ~30% de la vitesse de la lumière) emportant une fraction mineure de matière. La fabrication d'éléments lourds comme dans la kilonova rouge y est alors bien moins efficace.

L'éjecta, moins opaque aux lumières bleues et surchauffé à plusieurs dizaine de milliers de degré Kelvin, va principalement rayonner dans le domaine des longueurs d'onde UV et bleues.



SYSTÈME DE NOTIFICATION D'ALERTE

1

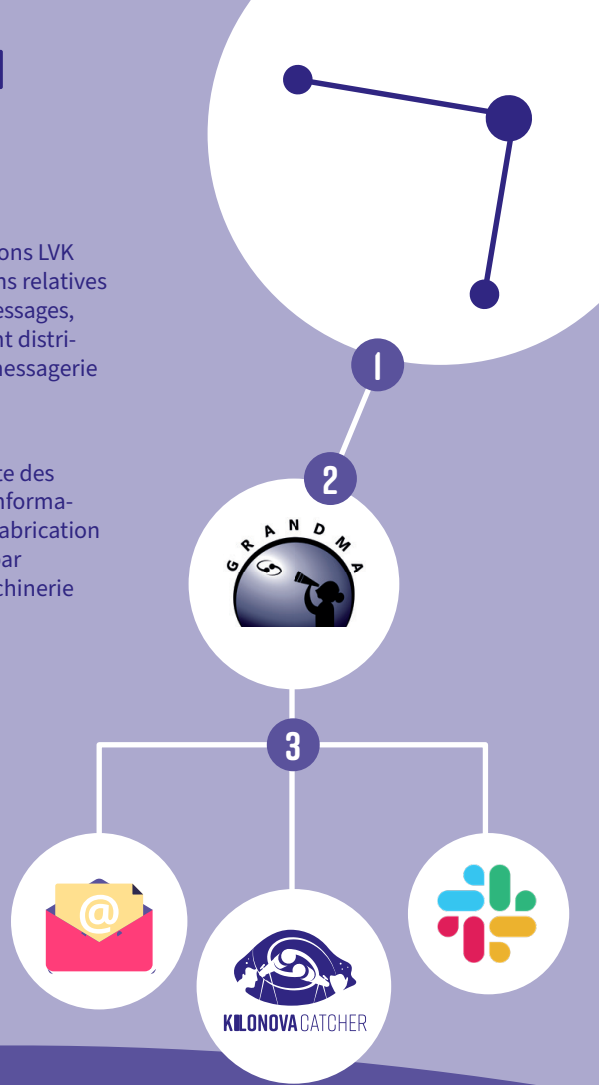
Les alertes fournies par les Collaborations LVK fournissent un ensemble d'informations relatives à un événement gravitationnel. Ces messages, encodés dans un format spécifique, sont distribués par internet via des logiciels de messagerie spécialisée.

2

GRANDMA est en permanence à l'écoute des messages d'alertes. Le décodage des informations, le filtrage des événements et la fabrication des plans d'observation sont assurés par notre logiciel ICARE au coeur de la machinerie GRANDMA.

3

ICARE se charge également de vous distribuer les informations d'alertes et vos programmes d'observations à travers différents canaux de communication, par mail, via le site web officiel ou par notification avec l'application Slack. Vous avez le choix !



LA CARTE D'IDENTITÉ D'UNE ALERTE PAR GRANDMA

- L'origine astrophysique de l'événement gravitationnel (BNS, NSBH, BBH)
- La probabilité que la fusion d'objet compact ait impliqué au moins une étoile à neutrons
- La probabilité que de la matière ait été éjectée suite à la fusion des objets compacts
- La distance, D , de l'événement en Mpc
- La magnitude apparente R_c attendue pour une kilonova de type AT2017gfo à son maximum d'éclat
- Le nom des détecteurs d'ondes gravitationnelles ayant participé à la détection
- La date estimée de la fusion des deux objets compacts
- Le degré d'intérêt scientifique à effectuer un suivi optique de cet événement
- La carte de localisation de l'événement dans le ciel

OÙ ET QUOI CHERCHER ?

NORTH HORIZON

UNE AIGUILLE DANS UNE BOTTE DE FOIN.... COMMENT VISER DANS LE MILLE ?

GRANDMA fournit un plan d'observation optimisé pour l'identification de la galaxie hôte ayant potentiellement hébergée la fusion des astres compacts.

Ce plan consiste en une liste de coordonnées centrées sur la position des galaxies les plus prometteuses. Il contient les informations suivantes:

- Le nom de la galaxie visée
- RA et Dec du centre de l'image
- La probabilité que votre champ observé contienne l'événement gravitationnel

Si la galaxie hébergeant la source d'ondes gravitationnelles est dans votre plan d'observation alors vous avez toutes les chances de trouver la kilonova associée !

COMMENT FAIRE POUR IDENTIFIER UNE KILONOVA ?

La kilonova que nous observerons sera la combinaison des contributions lumineuses émanant des différents éjecta de matière. Il faut donc être capable d'identifier leurs signatures respectives !

LA KILONOVA BLEUE VISIBLE DE 1 À 2 JOURS

Elle domine l'émission globale aux premières heures puis évolue rapidement dans les filtres UBV (ug) avec une décroissance $>1\text{mag}/\text{jour}$.

LA KILONOVA ROUGE VISIBLE DE 5 À 8 JOURS

Initialement dominée par la composante bleue, elle devient dominante au bout de 1-2 jours. Elle évolue principalement dans les filtres Rc, Ic, J, H (riz) avec une décroissance $>0.5\text{mag}/\text{jour}$.



LA STRATÉGIE D'OBSERVATION À ADOPTER

1. **Alterner des séquences d'observation consécutives avec un filtre "bleu" (UBV/ug) et un filtre "rouge" (R/riz).** Ex : une pose de 300s en B puis une pose de 300s en R
2. **Exposer aussi longtemps que nécessaire** pour détecter la kilonova dans un champ du ciel donné (la magnitude apparente prédite vous sera communiquée) dans le filtre rouge à minima
3. **Observer plusieurs champs du ciel de votre plan d'observation** par ordre de probabilité d'avoir l'événement gravitationnel dans votre image
4. **Envoyer vos images calibrées** (Dark, Flat, astrométrie effectuée si possible) dès que possible sur l'application web Kilonova-Catcher.
5. **Penser à effectuer des revisites** sur les champs précédemment observés il y a quelques heures ou sur des sources ciblées par GRANDMA.

COMMENT TRANSMETTRE MES IMAGES ?

COMMENT M'ASSURER QU'ELLES SONT CONFORMES AUX BESOINS DE KILNOVA CATCHER ?

1 CONNECTEZ VOUS À VOTRE COMPTE KILNOVA CATCHER

vérifiez que vous participez bien à une campagne d'observation

↘ Note: un plan n'est généré que si l'événement gravitationnel est observable à une élévation $E > 30^\circ$ au dessus de votre horizon local. Contactez nous si aucun plan ne vous a été généré et que vous pensez que c'est une erreur.

Si un plan d'observation a été généré pour l'un de vos télescopes, il apparaîtra ici.
Cliquez pour le télécharger.

FOLLOW-UP CAMPAIGNS YOU HAVE JOINED

Event Name	Alert Type	Trigger Origin	Trigger Time	Campaign Deadline	Event Type	Event properties	Degree of interest	Images taken	Associated transients	Obs. Plan
S200213t	Simulated events	V1	2020-02-13 04:10:00	0 00 59 31	BNS	Dist (Mpc): 201 + 80 Plus + Press +	1.47/5	2	0	Telescope: myTelescope Display Alert

2 ACCÉDEZ À LA PAGE D'ALERTE

Cliquez ici

3 VISUALISEZ VOTRE PLAN D'OBSERVATION

Changez de télescope

Modifiez le temps (jusqu'à 24h après l'alerte)

Visualisez la région de localisation de l'alerte et vos observations à faire avec votre télescope sélectionné.

Visualisez la table de votre plan d'observation en bas de page

Obtenir la liste de toutes les images prises pour cet événement

EVENT S200213T
DEGREE OF INTEREST 147/5
DETECTION TIME (UTC) = 2020-02-13 04:10:00
ALERT TYPE = SIMULATED EVENTS - EVENT TYPE = BNS 0.63


CHANGE TELESCOPE | CHANGE DATE-HOUR Level

myTelescope | + 15H

Submit

LOCALIZATION REGION

Telescope : myTelescope - Hour: 15
Observatory : TT_Obs, lat = 45.5 °, lon = 2 °



YOUR OBSERVATION PLAN

Show: 10 entries | Search:

Target ID	Telescope	RA [deg]	DEC [deg]	Metric	Host galaxy info	Atalain view	# images taken	Last observation	Upload FITS
735675	myTelescope	14.69172	52.59768	0.0016			1	no data	Upload FITS
735662	myTelescope	13.69383	51.1464	0.0015			0	no data	Upload FITS
735679	myTelescope	13.69383	51.1464	0.0015			0	no data	Upload FITS
735666	myTelescope	10.79032	54.52942	0.0014			1	no data	Upload FITS
735672	myTelescope	14.86524	54.74366	0.0011			0	no data	Upload FITS

Showing 1 to 10 of 25 entries | Previous 1 2 3 Next

All Observations of this event

4

VÉRIFICATIONS AVANT ENVOI DE L'IMAGE

YOUR OBSERVATION PLAN

Show 10 entries

Search:

Target ID	Telescope	RA [deg]	DEC [deg]	Metric	host galaxy infos	Aladin view	# images taken	Last observation	Upload FITS
735675	myTelescope	14.69172	52.59768	0.0016			1	no data	Upload Fit

Bien vérifier que l'image à envoyer correspond à ce qui a été programmé (telescope, RA et dec)

Cliquez ici pour envoyer votre image associée à ce champ dans le ciel.

5

ENVOI DES IMAGES

UPLOAD IMAGES HERE

UPLOADING FOR EVENT:

Name : S200213t

Trigger Time : 02/13/2020 : 04:10:00

You can drag your file or click and select. You can upload multiple images at the same time (10 Maximum). Please be sure to have a stable connexion before uploading. Max file size: 120 MB.

Drop files here to upload

ARE MY UPLOADS OK ?

[return to Event](#)

Dernière vérification est ce le bon événement ?

Cliquez ou glissez-déposez vos images ici

QUELQUES RÈGLES DE BASE

- le format de vos images doit être en **.fits** ou **.fit**.
Aucun autre format n'est accepté
- le header de vos fichier fits doit contenir à minima les informations suivantes:
 - RA et DEC du centre de l'image
 - Tstart de l'observation
 - Tend de l'observation
 - nom du filtre utilisé
- Le nom de l'image doit éviter les caractères spéciaux suivants : `' ' , + , * , / , \ , # , ' , espace , @ ,` pas d'accents.

6

VÉRIFICATION DE LA VALIDITÉ DE L'IMAGE

Image non conforme

ARE MY UPLOADS OK ?

Heads not OK - Please review your file headers by clicking here

[return to Event](#)

Attention, des informations sont manquantes dans le header de votre fichier image. **Vous devez les compléter en cliquant sur le lien fourni.**

Tant que vous n'avez pas renseigné ces informations, GRANDMA ne pourra pas analyser vos images !

Image conforme

ARE MY UPLOADS OK ?

Heads are OK - File Uploaded: BGO-899-SWIFT.11913-1420789-OC165575-GR9689-1-1-1.ncuk.fits

[return to Event](#)

Bravo! Votre image sera analysée par les scientifiques de GRANDMA !

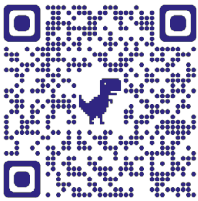


LES BONS RÉFLEXES POUR PRÉPARER SES OBSERVATIONS

- Avoir toujours un outil de notification connecté et prêt à vous alerter à n'importe quel moment (mail, slack, application web, etc.)
- Avoir bien compris les informations d'alertes qui vous seront communiquées pour prendre votre décision de déclencher des observations ou pas
- Télécharger son plan d'observation via l'application web ou par mail
- Vérifier et préparer la liste des pointés à faire dans le logiciel de son télescope
- Préparer ses filtres à utiliser lors des observations
- Penser à effectuer des revistes sur les champs précédemment observés il y a quelques heures ou sur des sources ciblées par GRANDMA

REJOIGNEZ-NOUS

[KILONOVACATCHER.IN2P3.FR](https://kilonovacatcher.in2p3.fr)



Pour plus d'informations

Damien Turpin damien.turpin@cea.fr

Sarah Antier-Farfar sarah.antier@oca.eu

