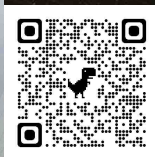


# Les bonnes pratiques d'observation pour le projet Kilonova-Catcher



Thierry Midavaine (SAF) & Damien TURPIN  
(CEA-Saclay/Irfu)  
pour l'équipe Kilonova-Catcher

S05 - Journées SF2A 2022



courtesy: TAROT Coll. & kilonova-Catcher astronomers



# Sommaire



I

**Rappel sur la timeline de l'alerte GW à la prise d'image**



II

**Les bonnes stratégies d'observation à employer**



III

**Qualité des images délivrées**



KILONOVACATCHER

I

**Rappel sur la timeline de l'alerte GW à la prise d'image**





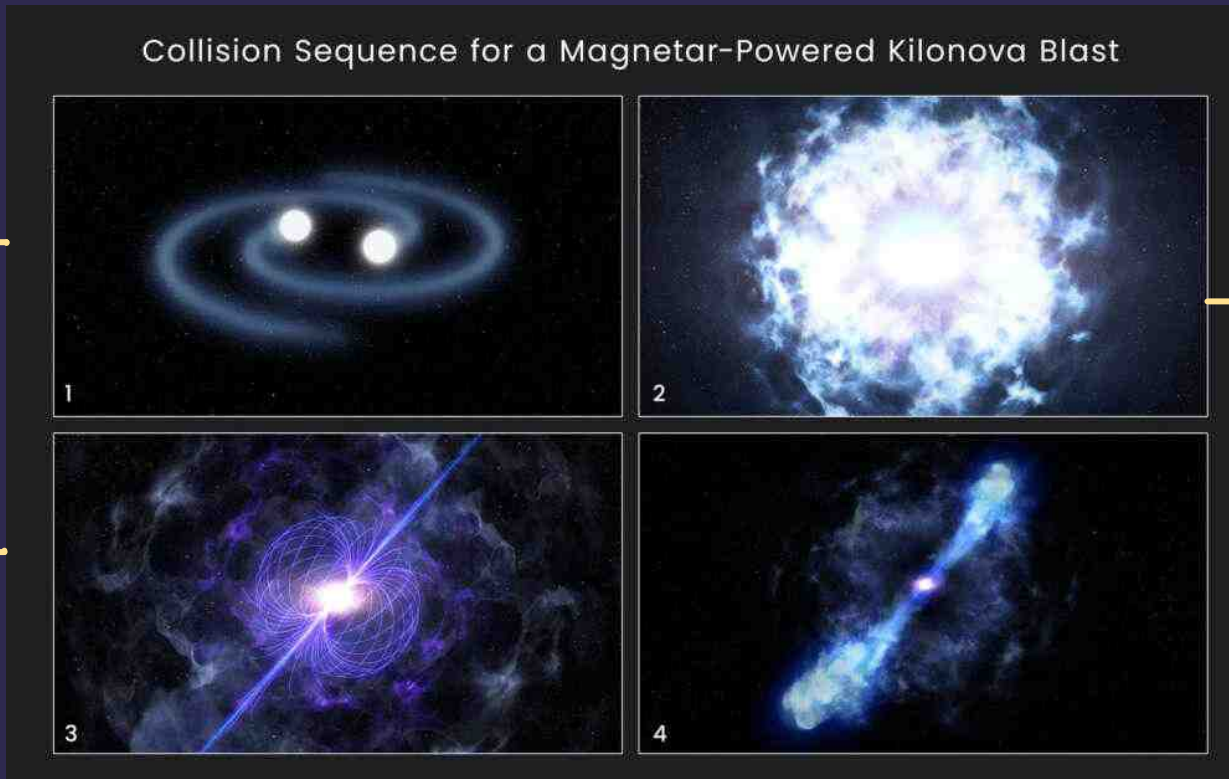
KILONOVA CATCHER

# Rappel du scénario de fusion de BNS

Emission d'ondes gravitationnelles  
(prédites par Einstein dès 1916)

Ejecta de matière radioactive riche en neutrons  
(prédit par Lattimer et Schramm en 1974)  
accompagnée d'une émission lumineuse optique et  
infrarouge appelée **kilonova**  
(prédite dès 1998 par Li et Paczinski)

Collision Sequence for a Magnetar-Powered Kilonova Blast



Emission d'un jet de matière relativiste et production d'un sursaut gamma  
(flash de rayons gamma suivi par une émission multi-longueur d'onde X-opt-IR-radio)  
(prédit par Eichler dès 1989)

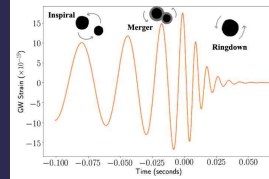


KILONOVA CATCHER

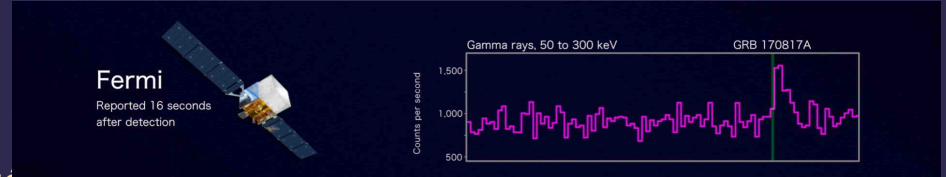
# De manière plus concrète sur l'arrivée des signaux GW/EM

Echelle de temps typique

minutes — Emission d'ondes gravitationnelles  
T0



sec — Sursaut gamma court (rayons gamma/X)  
T0 + quelques secondes au max.  
*délectable si le jet est suffisamment orienté vers notre ligne de visée*



hours — Kilonova (UV, visible et NIR)  
T0 + quelques heures



days — Emission rémanente du sursaut gamma (X-> radio)  
T0 + quelques jours

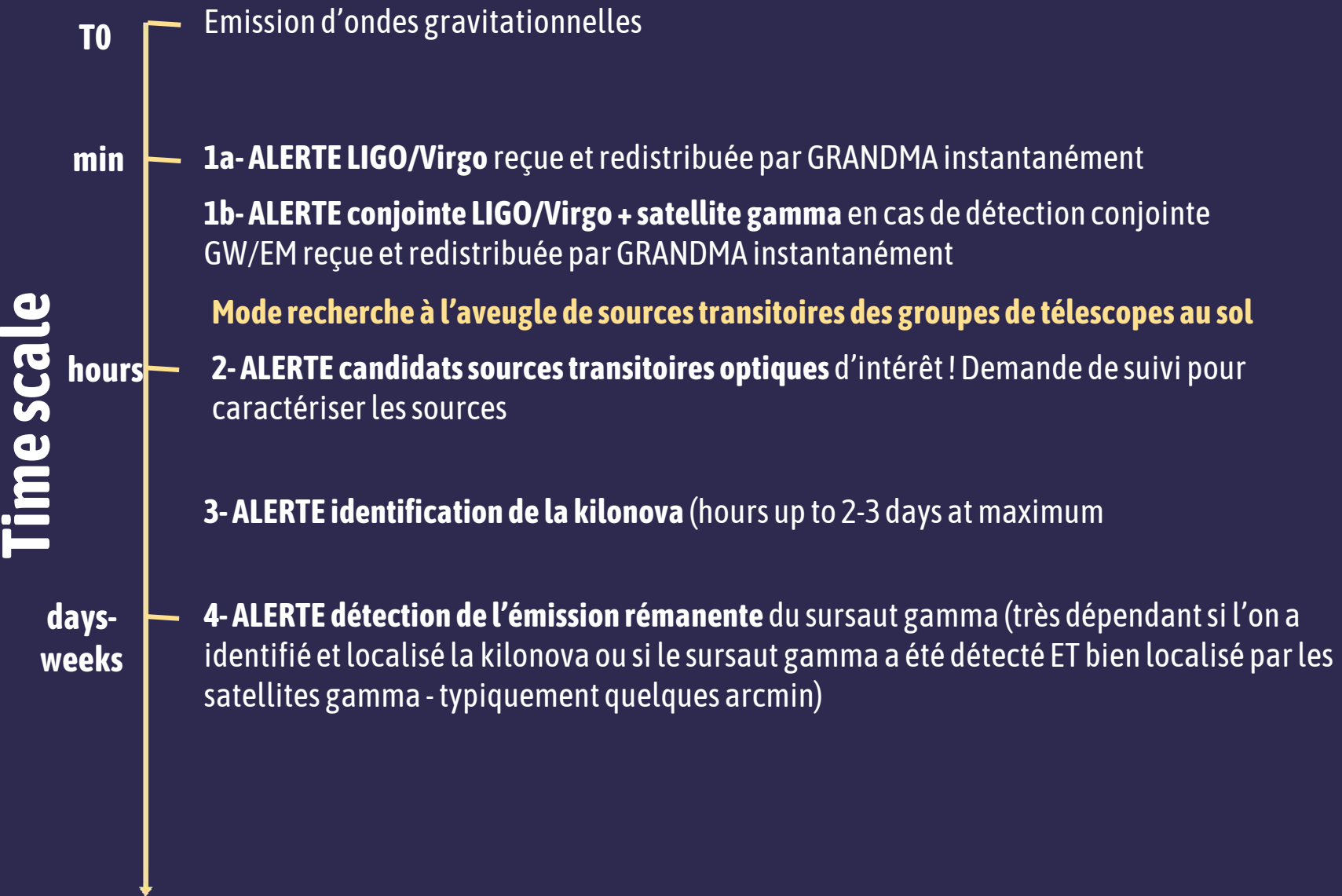
MAIS

*seulement si le jet du sursaut gamma est suffisamment désaxé par rapport à notre ligne de visée ! Si l'axe du jet est co-aligné avec notre ligne de visée alors l'émission rémanente est visible quelques secondes après le sursaut ET domine complètement en luminosité par rapport à la kilonova*



KILNOVA CATCHER

# De manière plus concrète sur l'émission des alertes





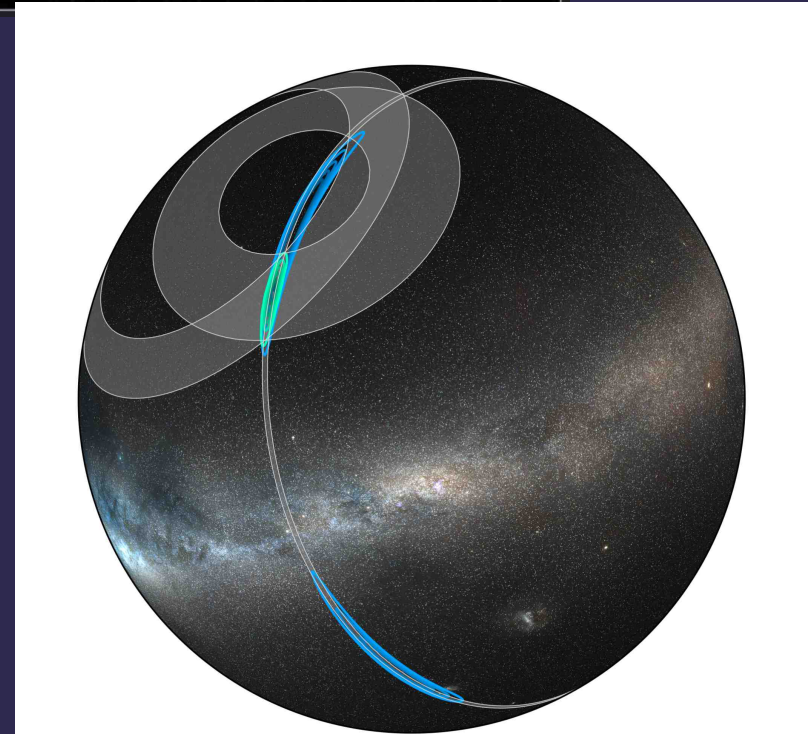
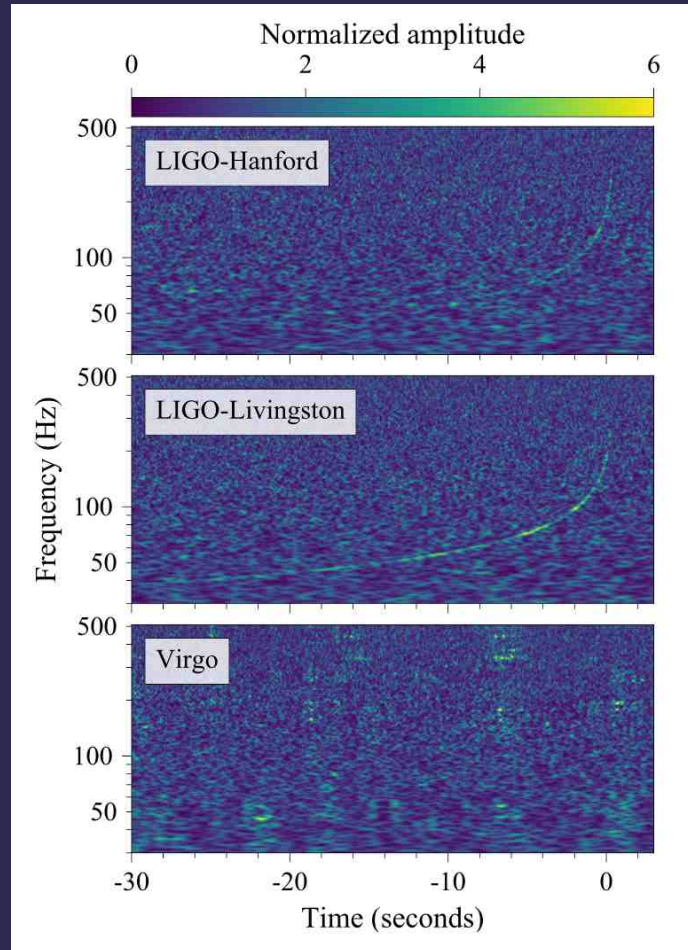
GW 170817 / ATgfo2017 :  
le cas d'école pour bien comprendre les différentes phases  
(à passer en revue que si le temps le permet)



# Un événement gravitationnel à ne pas manquer : GW 170817A / ATgfo2017

**Le 17 Août 2017 à 12h41min04.446sec  
détection de GW 170817**

Fusion de deux étoiles à neutrons identifiée et  
situées à environ 40 Mpc de la Terre







# GW 170817 / ATgfo2017 : l'avènement de l'astronomie multi-messagers !

**Fermi**

Reported 16 seconds after detection



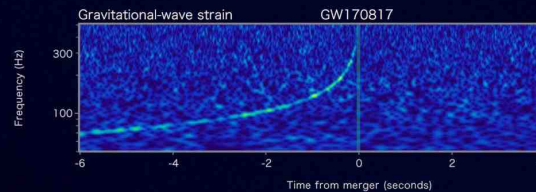
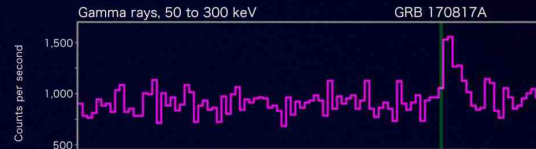
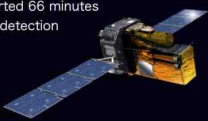
**LIGO-Virgo**

Reported 27 minutes after detection



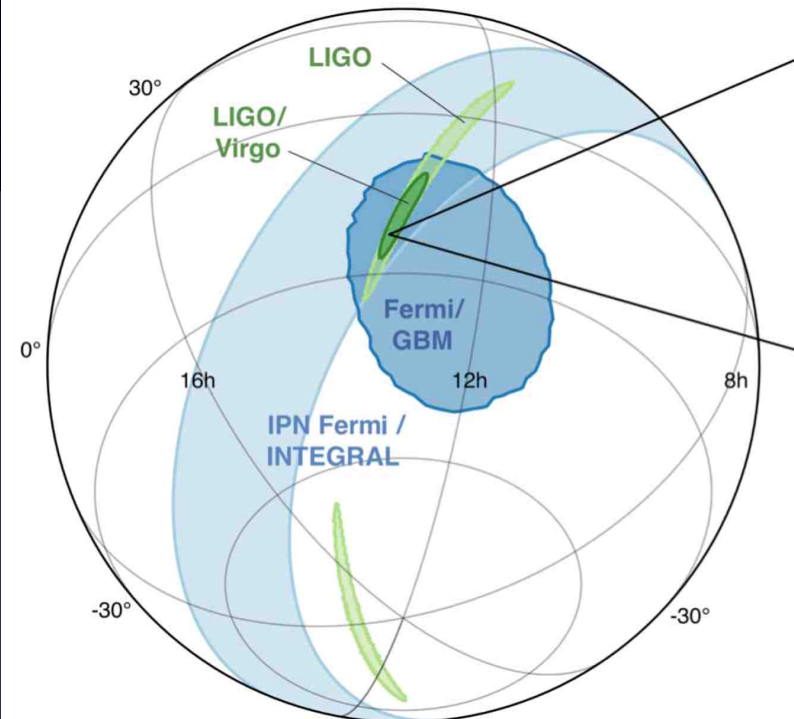
**INTEGRAL**

Reported 66 minutes after detection



Abbott et al. 2017

**1.7 secondes après le signal LIGO/Virgo, détection d'un flash de rayon gamma par 2 satellites (Fermi et INTEGRAL) coïncident avec la localisation dans le ciel de GW170817**





# GW 170817 / ATgfo2017: l'avènement de l'astronomie multi-messagers!

**ALERTE!**



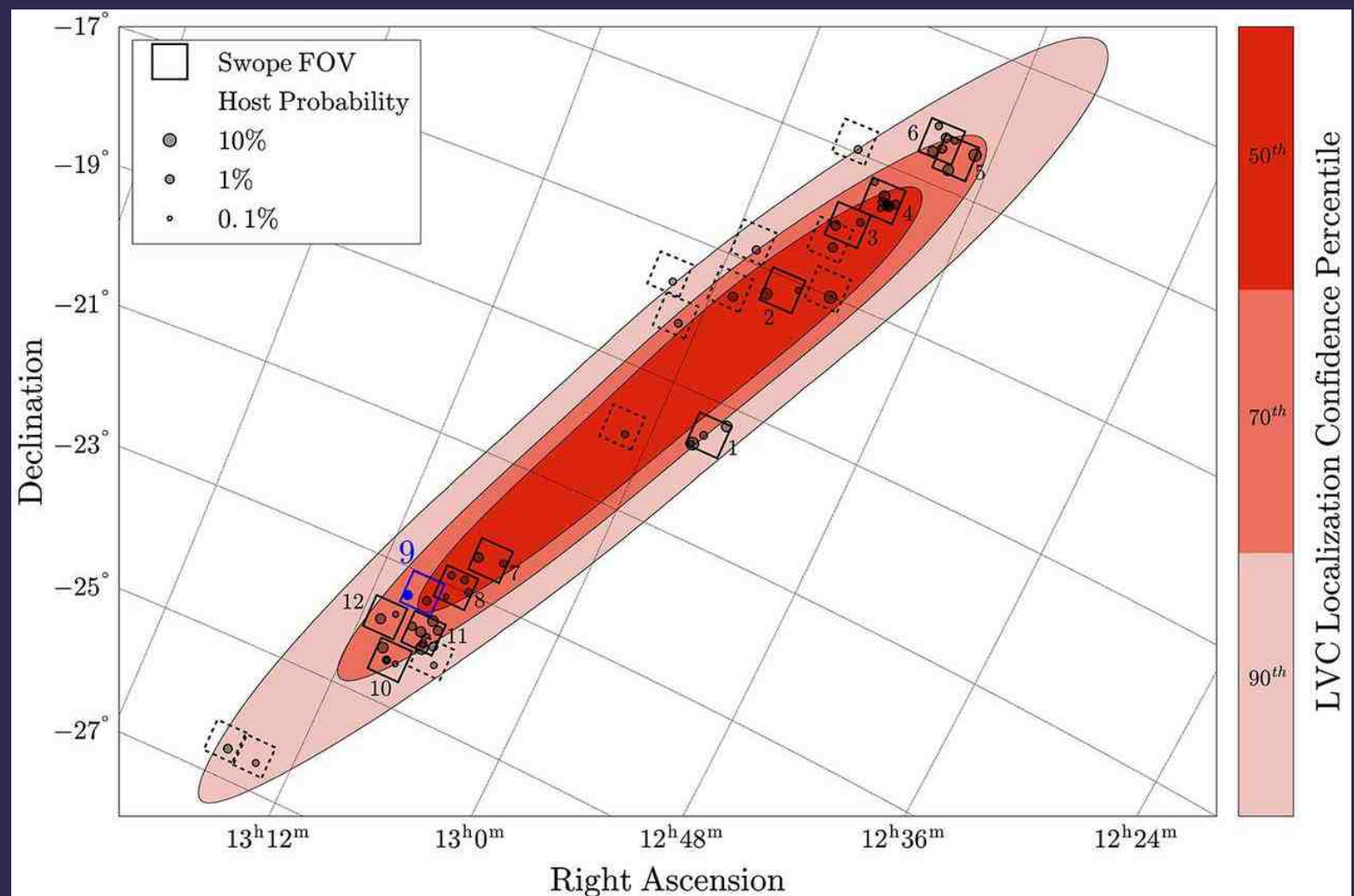
TITLE: GCN CIRCULAR  
NUMBER: 21509  
SUBJECT: LIGO/Virgo G298048: Identification of a binary neutron star candidate coincident with Fermi GBM trigger 524666471/170817529  
DATE: 17/08/17 14:09:25 GMT  
FROM: Reed Clasey Essick at MIT <ressick@mit.edu>

**A TOUS LES ASTRONOMES!**



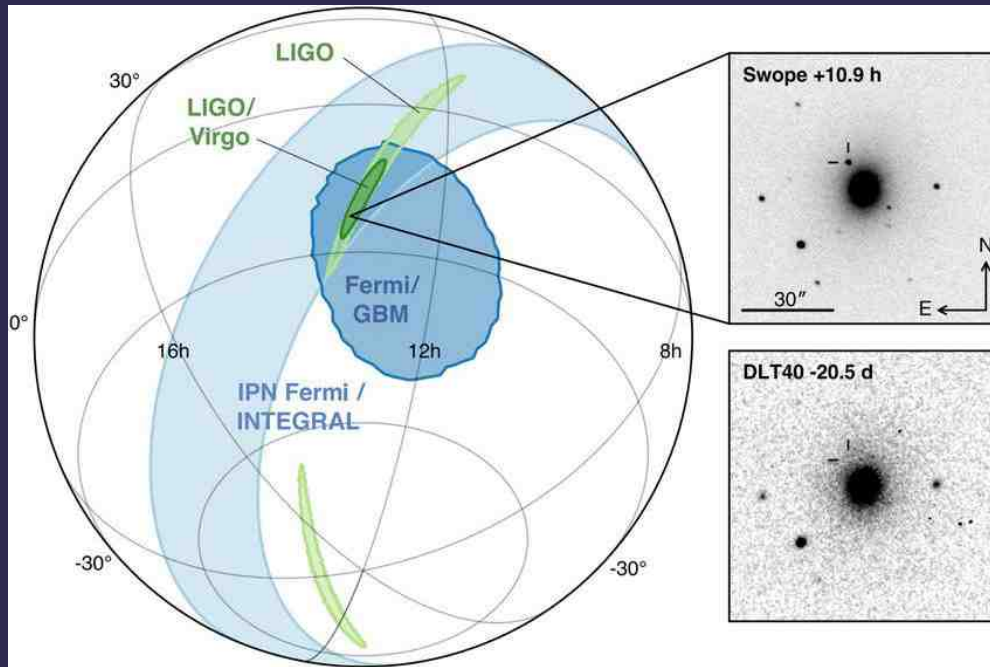
# GW 170817 / ATgfo2017 : l'avènement de l'astronomie multi-messagers !

Dès que possible, plusieurs dizaines d'équipes se lancent simultanément avec des télescopes optique et infrarouge à la recherche de la kilonova dans la région de localisation LIGO/Virgo:



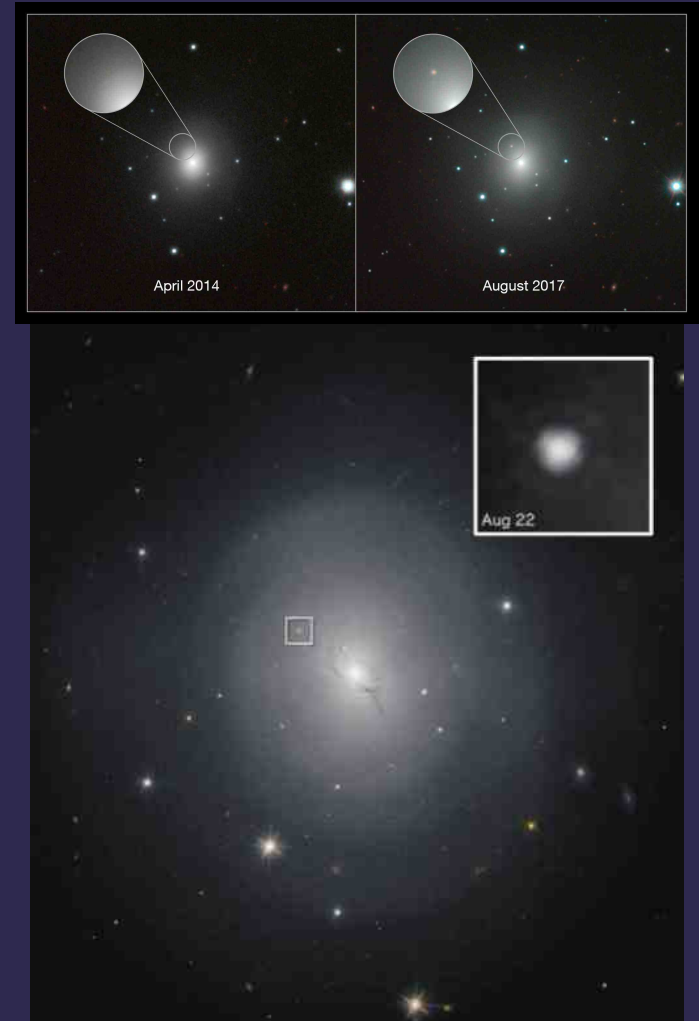


# GW 170817 / ATgfo2017 : l'avènement de l'astronomie multi-messagers !



**~10h après le signal GW,  
une émission optique et infrarouge est détectée  
dans la galaxie NGC 4993**

**C'est bien la Kilonova ATgfo2017 associée à la  
fusion des 2 étoiles à neutrons!**



Credits:

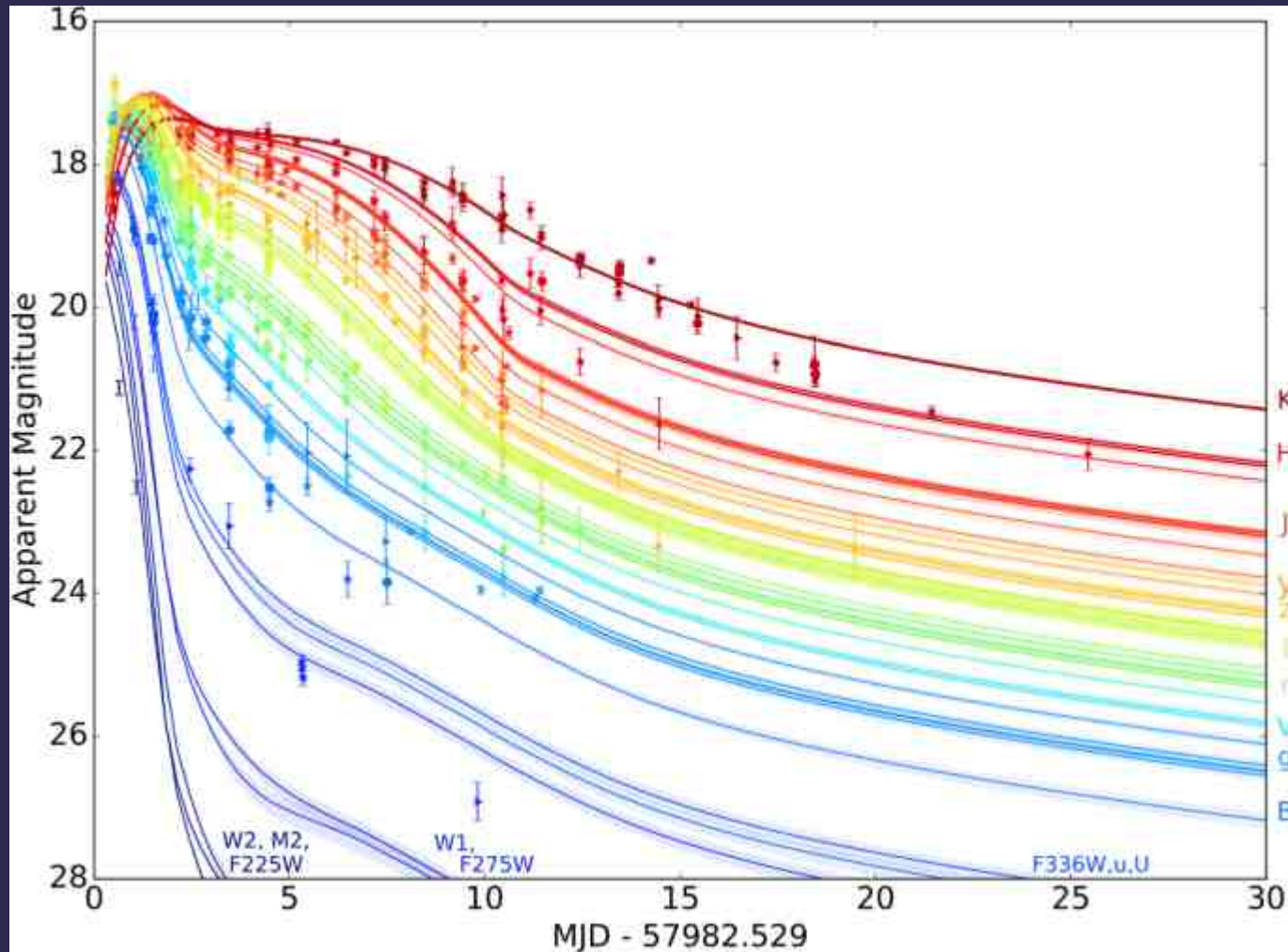
- Hubble space telescope NASA and ESA
- ESO/N.R. Tanvir, A.J. Levan and the VIN-ROUGE collaboration





# GW 170817 / ATgfo2017 : l'avènement de l'astronomie multi-messagers !

## ATgfo2017 : Une Kilonova Bleue ET Rouge !





KILONOVA CATCHER

# Les kilonovae notre cible prioritaire pour O4!

- **1000 x** plus lumineux qu'une **Nova** (d'où son nom **kilo-nova**) / 10 à 100 fois moins lumineux qu'une Supernova
- **Emission lumineuse croissante** pendant environ **quelques heures à 1 jour après la fusion** des objets compacts
- **Emission lumineuse décroissante** et observable jusqu'à **quelques jours après le pic d'émission**
- Magnitude **absolue** au **pic de l'émission**  $M_v = -16.0$ . Source extragalactique relativement faible
  - $m = 8.5$  si distance = galaxie d'Andromède (780 kpc, galaxie spirale la plus proche)
  - $m = 17.5$  si distance = 50 Mpc
  - $m = 19$  si distance = 100 Mpc (limite de l'Univers proche/local)
- Environ **1 à 10% de la masse du Soleil éjectée** après la fusion des objets compacts
- **Vitesse de l'ejecta** riche en neutrons entre **10 à 30 % la vitesse de la lumière** (plus rapide que la majeure partie des Supernovae)



KILONOVACATCHER

II

**Les bonnes stratégies d'observation à employer**

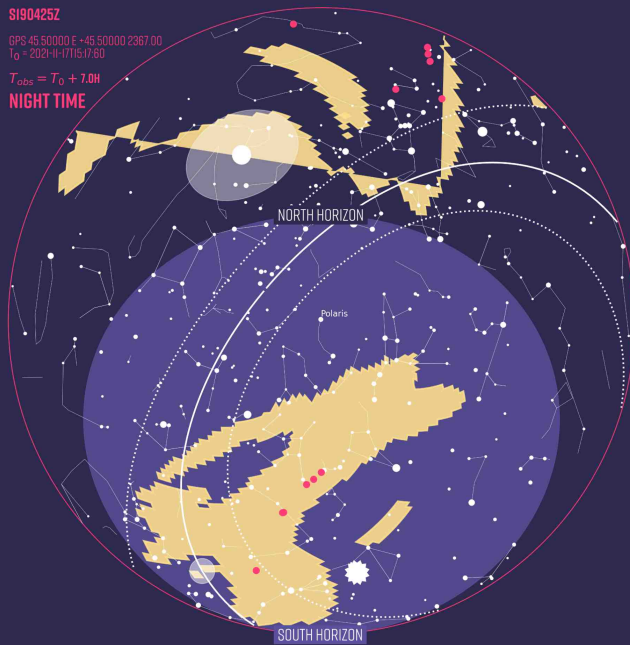


# 1. La recherche de source transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Dès que l'alerte est disponible sur le site web KNC, vous allez recevoir.....

Une carte du ciel pour visualiser la région GW et le plan d'observation à couvrir pour la nuit

Un plan d'observation pour votre télescope



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
735640	myTelescope	64.85525	-50.89837	0.0004			4	no data	<a href="#">Upload Fit</a>
735638	myTelescope	63.05196	-53.21326	0.0003			2	no data	<a href="#">Upload Fit</a>
735642	myTelescope	72.46522	-46.13195	0.0003			2	no data	<a href="#">Upload Fit</a>

Title ID	Field Center RA	Field Center RA (hMS)	Field Center DEC	Field Center DEC (DMS)	Proba Metric 1	Proba Metric 2	Proba Metric 3	Galaxy Name	RA_center	DEC_center	redshift	err_redshift	distance
735640	68.59034	4:26:19.291	-49.23294	-49:13:58.983999999997	0.0001923	0.0005113	0						
735659	59.09956	3:56:23.894	-53.87796	-53:52:40.656000000006	0.000187	0.0005553	0						
735658	240.976	16:03:54.239	25.01058	25:0:63480000000006:38.08800000000003	0.0001308	0.0003102	0						
735657	255.56145	17:02:14.748	-20.74193	-20:44:30.948	8.955E-5	0.0003102	0						
735656	75.84349	5:02:34.437	-44.74092	-44:44:27.312000000001	0.0002278	0.0003962	0						
735655	55.49924	3:41:59.817	-38.02337	-38:1:56.620000000001	7.04E-5	0.0002594	0						
735654	63.86172	4:15:31.612	-52.71168	-52:42:42.048000000004	0.0002514	0.0004696	0						
735653	59.59738	3:58:23.371	-52.42978	-52:25:47.208000000003	0.0001812	0.0002779	0						
735652	82.66754	5:30:40.209	-33.38784	-33:23:16.2239999999999	0.0001035	0.0002901	0						
735651	252.38817	16:49:33.169	6.01625	6:0:97500000000002:58.50000000000001	0.0001341	0.0004811	0						
735650	246.11432	16:24:27.436	19.48258	19:28:9548.57.2879999999995	9.863E-5	0.0004158	0						
735649	243.741	16:14:57.840	21.93831	21:56.2966:17.91600000000005	0.0001357	0.0004151	0						
735648	56.39412	3:45:34.588	-54.528	-54:31:40.7999999999995	0.0002074	0.0003489	0						
735647	82.07702	5:28:18.484	-35.96862	-35:59:19.0219999999991	0.0001431	0.0002601	0						
735646	72.46522	4:49:51.652	-46.13195	-46:7:55.0200000000012	0.0002639	0.0003383	0						
735645	70.64703	4:42:35.287	-47.49878	-47:29:55.6079999999987	0.000119	0.0002982	0						
735644	73.35506	5:01:25.214	-44.80661	-44:52:50.1859999999999	0.0002387	0.0005722	0						
735643	56.79628	3:47:11.107	-54.58789	-54:35:16.4040000000006	0.0002016	0.0003965	0						
735642	72.46522	4:49:51.652	-46.13195	-46:7:55.0200000000012	0.0002639	0.0003383	0						
735641	69.34944	5:57:23.856	-18.50941	-18:30:33.8759999999997	5.517E-5	0.0002819	0						
735640	64.85525	4:19:25.259	-50.89837	-50:53:54.132	0.0003664	0.0001464	0						
735639	83.59763	5:34:23.431	-30.80098	-30:48:3.527999999999969	9.457E-5	0.000527	0						
735638	63.05196	4:12:12.470	-53.21326	-53:12:47.7859999999994	0.0002987	0.0002947	0						
735637	78.689	5:14:45.359	-14.44864	-14:26:55.1039999999997	0.0001244	0.000282	0						
735636	252.08989	16:48:21.573	6.22276	6:13.3656:21.936	0.0001245	0.0005066	0						

**KEY**  
LÉGENDE

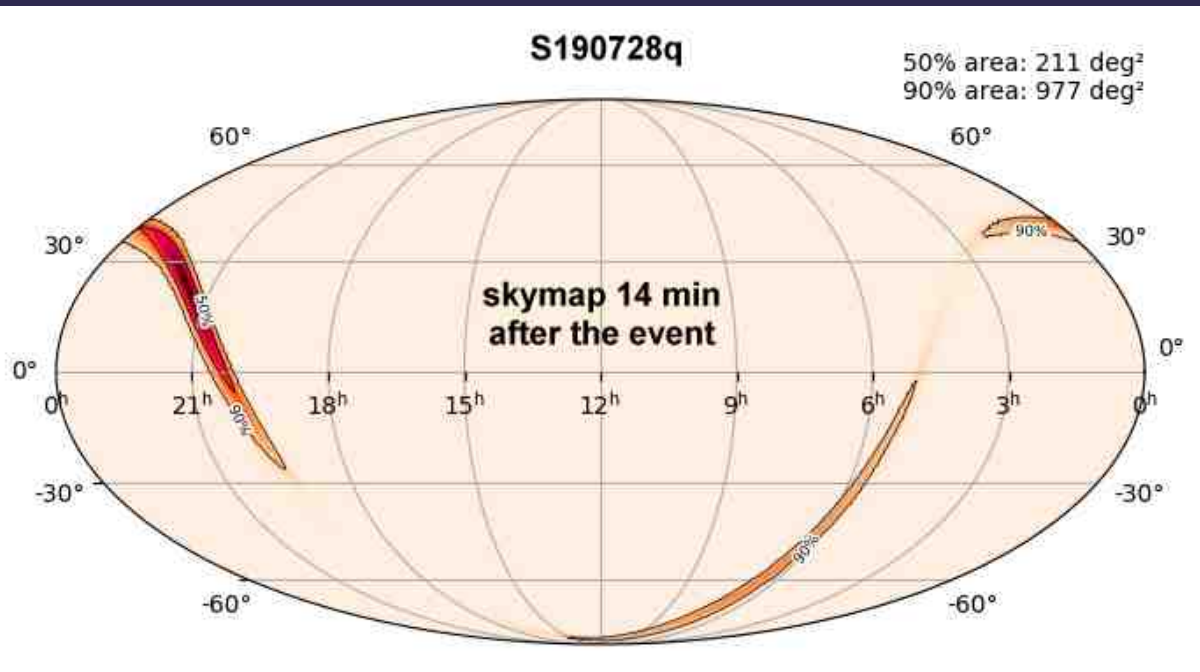
- MOON / LUNE
- SUN / SOLEIL
- MILKY WAY / VOIE LACTÉE
- GALACTIC CENTER / CENTRE GALACTIQUE
- VISIBLE HORIZON / HORIZON DE VISIBILITÉ
- ALERT LOCALIZATION REGION / RÉGION DE LOCALISATION DE L'ALERTE
- TARGETED POINTINGS / POINTES À RÉALISER





# 1. La recherche de source transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Que contient la carte de localisation d'une source d'ondes gravitationnelles ?



Dans chaque pixel de la carte il y a une probabilité de présence de l'événement et la distance probable de la source

Plus la zone est foncée, plus la probabilité que l'événement GW s'y trouve est grande !

**Nous calculons les plans d'observation basé sur la région du ciel pour laquelle il y a 90% de chance de contenir l'événement**



# 1. La recherche de sources transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Que contient ce plan d'observation ?

Title ID	Field Center RA	Field Center RA (HMS)	Field Center DEC	Field Center DEC (DMS)	Proba Metric 1	Proba Metric 2	Proba Metric 3	Galaxy Name	RA_center	DEC_center	redshift	err_redshift	distance
735660	66.58034	4:26:19.281	-49.23294	-49:13:58.583999999997	0.0001823	0.0005113	0						
735659	59.09956	3:56:23.894	-53.87796	-53:52:40.656000000006	0.000187	0.0005553	0						
735658	240.976	16:03:54.239	25.01058	25:0:63480000000006:38.0880000000003	0.0001308	0.0003102	0						
735657	255.56145	17:02:14.748	-20.74193	-20:44:30.948	8.955E-5	0.0003102	0						
735656	75.64349	5:02:34.437	-44.74092	-44:44:27.312000000001	0.0002276	0.0003982	0						
735655	55.49924	3:41:59.817	-38.03237	-38:1:56.532000000001	7.04E-5	0.0002594	0						
735654	63.88172	4:15:31.612	-52.71168	-52:42:42.048000000004	0.0002514	0.0004696	0						
735653	59.59738	3:58:23.371	-52.42978	-52:25:47.208000000003	0.0001812	0.0002779	0						
735652	82.66754	5:30:40.209	-33.38784	-33:23:16.2239999999989	0.0001035	0.0002901	0						
735651	252.38817	16:49:33.160	6.01625	6:0.975000000000002:58.5000000000001	0.0001341	0.0004811	0						
735650	246.11432	16:24:27.436	19.48258	19:28.9548:57.2879999999995	9.863E-5	0.0004158	0						
735649	243.741	16:14:57.840	21.93831	21:56.2986:17.9160000000005	0.0001357	0.0004151	0						
735648	56.39412	3:45:34.588	-54.528	-54:31:40.7999999999995	0.0002074	0.0003489	0						
735647	82.07702	5:28:18.484	-35.98862	-35:59:19.0319999999991	0.0001431	0.0002601	0						
735646	72.46522	4:49:51.652	-46.13195	-46:7:55.0200000000012	0.0002639	0.0003383	0						
735645	70.64703	4:42:35.287	-47.49878	-47:29:55.6079999999987	0.000119	0.0002982	0						
735644	75.35506	5:01:25.214	-44.88061	-44:52:50.1959999999999	0.0002387	0.0005722	0						
735643	56.79628	3:47:11.107	-54.58789	-54:35:16.4040000000006	0.0002016	0.0003965	0						
735642	72.46522	4:49:51.652	-46.13195	-46:7:55.0200000000012	0.0002639	0.0003383	0						
735641	89.3494	5:57:23.856	-18.50941	-18:30:33.8759999999997	5.517E-5	0.0002819	0						
735640	64.85525	4:19:25.259	-50.89837	-50:53:54.132	0.0003664	0.001464	0						
735639	83.59763	5:34:23.431	-30.80098	-30:48:3.52799999999969	9.457E-5	0.000527	0						
735638	63.05196	4:12:12.470	-53.21326	-53:12:47.7359999999994	0.0002397	0.0002847	0						
735637	78.689	5:14:45.359	-14.44864	-14:26:55.1039999999997	0.0001244	0.000282	0						
735636	252.08989	16:48:21.573	6.22276	6:13.3656:21.936	0.0001245	0.0005066	0						

**Pour les télescopes astro amateurs dont le champ de vue est > 1 deg<sup>2</sup>:**

- le plan d'observation = liste de pointés (RA,dec) permettant de couvrir les régions de localisation GW les plus probables

**Pour les télescopes astro amateurs dont le champ de vue est < 1 deg<sup>2</sup>:**

- le plan d'observation = liste de pointés (RA,dec) centrés sur les positions des galaxies les plus probables pour abriter l'événement GW (catalogue Mangrove)



# 1. La recherche de source transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Une fois que j'ai mon plan d'observation, quelle stratégie dois-je employer?

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
735640	myTelescope	64.85525	-50.89837	0.0004			4	no data	Upload Fit
735638	myTelescope	63.05196	-53.21326	0.0003			2	no data	Upload Fit
735642	myTelescope	72.46522	-46.13195	0.0003			2	no data	Upload Fit

## 1. Sélectionner en premier les pointés ayant la plus grande probabilité de contenir l'événement GW et donc la kilonova

- Les pointés sont ordonnés par ordre décroissant de probabilité (la colonne "metric" ou "proba\_metric")



# 1. La recherche de source transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Une fois que j'ai mon plan d'observation, quelle stratégie dois-je employer?

## 2. Pour chaque pointé que vous ferez, voici nos recommandations

- Utiliser des **filtres** de type sdss (gri, g ou i a minima) ou Johnson (UBVRI, B ou I a minima)
- Pour le **temps de pose**, cela dépend de votre instrumentation. Une kilonova a une magnitude absolue  $M_v \sim -16$  soit  $r \sim 17$  à  $d \sim 50$  Mpc /  $r \sim 19$  à  $d \sim 100$  Mpc /  $r \sim 21$  à  $d \sim 200$  Mpc
- **Vous aurez d'indiqué la magnitude attendue de la kilonova à son pic** pour chaque événement GW/BNS. C'est à vous, qui connaissez votre instrument, de savoir si cette magnitude est atteignable ou pas -> il faut s'entraîner pour connaître votre instrument
- Pour **un pointé** (RA, dec) donné, nous conseillons de prendre dans **chaque filtre plusieurs images de quelques minutes** de temps d'exposition afin de les **co-additionner** s'il le faut.





# 1. La recherche de source transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Une fois que j'ai mon plan d'observation, quelle stratégie dois-je employer?

YOUR OBSERVATION PLAN

Show  entries Search:

Target ID	Telescope	RA [deg]	DEC [deg]	Metric	host galaxy infos	Aladin view	# images taken	Last observation	Upload FITS
735640	myTelescope	64.85525	-50.89837	0.0004			4	no data	Upload Fit
735638	myTelescope	63.05196	-53.21326	0.0003			2	no data	Upload Fit
735642	myTelescope	72.46522	-46.13195	0.0003			2	no data	Upload Fit

## 3. Envoyez vos images à travers le site web Kilonova-Catcher

- Préférez l'envoi d'images co-additionnée avec un meilleur SNR que des images individuelles
- Faites bien attention à uploader votre image en lien avec le bon Target\_ID ou (RA, dec)



# 1. La recherche de source transitoires d'intérêt dans les régions de localisation GWs

Une fois vos images envoyées, votre travail est fini !  
Nous les analyserons dès que possible !

Vous pouvez ensuite observer d'autres champs avec la même stratégie.

Le plus de champ vous observerez, le plus de chance vous aurez de découvrir la kilonova !



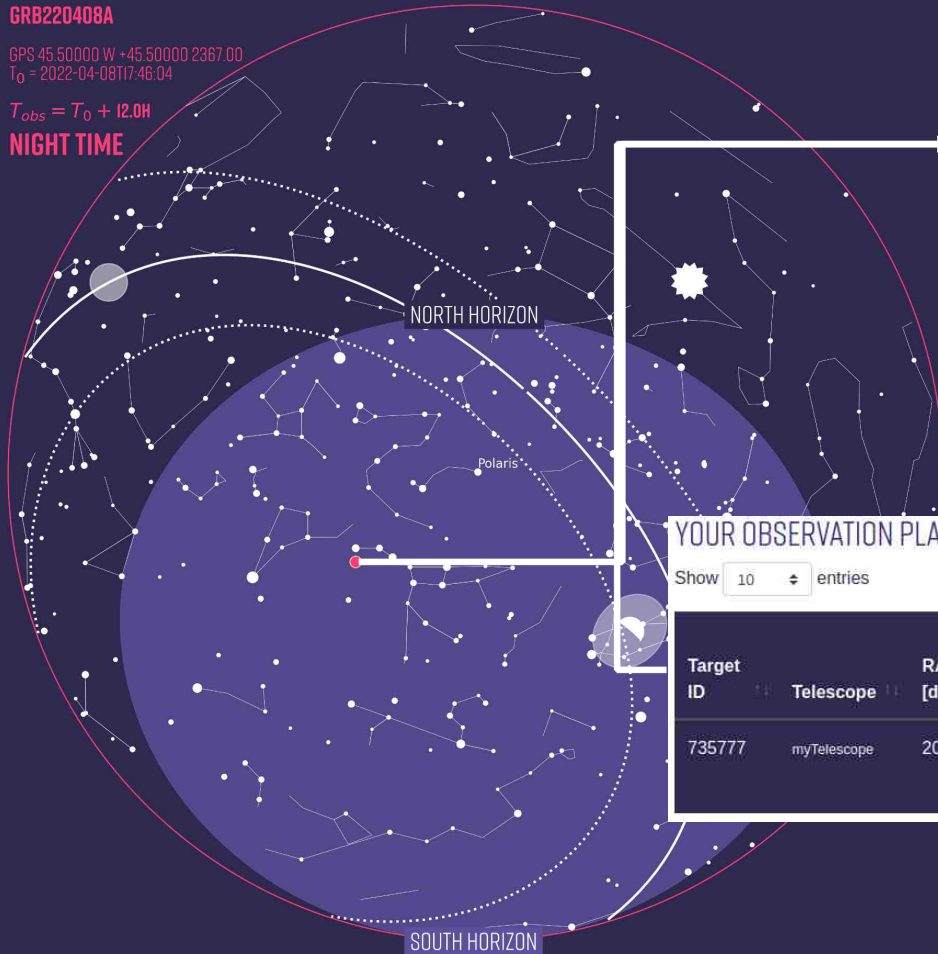
## 2. Caractériser une source transitoire déjà détectée pour identifier la kilonova

GRB220408A

GPS: 45.50000 W +45.50000 2367.00  
 $T_0 = 2022-04-08T17:46:04$

$T_{obs} = T_0 + 12.0H$

NIGHT TIME



Facile ! Un seul pointé à faire !

### 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
735777	myTelescope	202.4171	47.0684	1			0	no data	<a href="#">Upload Fit</a>



## 2. Caractériser une source transitoire déjà détectée pour identifier la kilonova

### 2. Pour la source transitoire à caractériser, voici nos recommandations

- Utiliser des **filtres** de type sdss (*gri, g ou i a minima*) ou Johnson (*UBVRI, B ou I a minima*)
- Pour le **temps de pose**, cela dépend de votre instrumentation et de la magnitude de la source détectée
- Nous conseillons de prendre dans **chaque filtre plusieurs images de quelques minutes** de temps d'exposition afin de les **co-additionner** s'il le faut pour obtenir une détection avec  $SNR=5$





## 2. Caractériser une source transitoire déjà détectée pour identifier la kilonova

### YOUR OBSERVATION PLAN

Show  entries

Search:

Target ID	Telescope	RA [deg]	DEC [deg]	Metric ?	host galaxy infos	Aladin view	# images taken	Last observation	Upload FITS
735777	myTelescope	202.4171	47.0684	1			0	no data	<a href="#">Upload Fit</a>

### 3. Envoyez vos images à travers le site web Kilonova-Catcher

- Préférez l'envoi d'images co-additionnée avec un meilleur SNR que des images individuelles
- Envoyez le plus rapidement possible !



# Messages clés pour la prise d'image

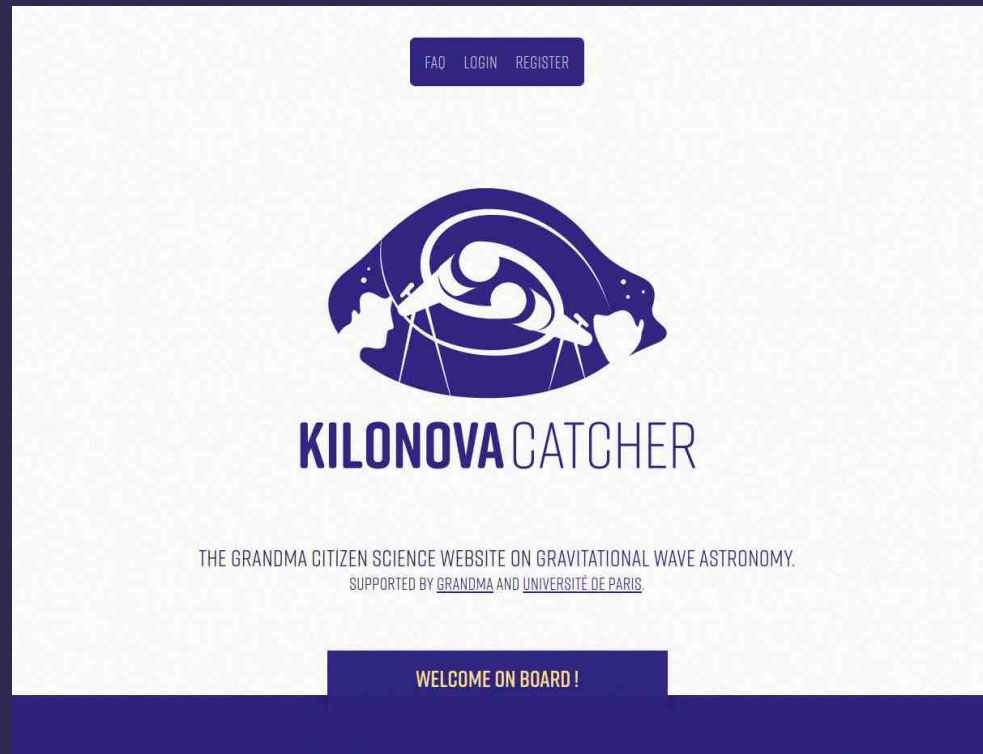
- Réagissez le plus rapidement que vous puissiez pour la prise et l'envoi d'images
- Utiliser des filtres sdss au mieux avec une "voie bleue" et une "voie rouge" (pour caractériser la forte évolution en couleur - rougissement- des kilonovae)
- En mode "recherche de sources transitoires", faites attention à bien uploader vos images par rapport au bon target\_ID ou coordonnées RA, dec associées sur le site web KNC.
- Préférez toujours l'envoi d'images co-additionnées si vous pouvez/savez le faire. Conserver vos images individuelles au cas où
- N'hésitez pas à regarder le dernier meeting général Kilonova-Catcher : <https://www.youtube.com/watch?v=xNKQ62mL72s&t=9s>



# Kilonova Catcher : le site web pour vous connecter aux alertes d'ondes gravitationnelles

<http://kilonovacatcher.in2p3.fr/>

Damien TURPIN [damien.turpin@cea.fr](mailto:damien.turpin@cea.fr)  
Sarah ANTIER [sarah.antier@oca.eu](mailto:sarah.antier@oca.eu)





KILONOVACATCHER

III

**Qualité des images délivrées**





KILONOVA CATCHER

# Le format des images : FITS

Ne sont seulement acceptés que les fichiers FITS (Flexible Image Transport System)

The screenshot displays a software window titled 'SADImage.dss'. The main area shows a dark astronomical image with the word 'Image' overlaid in white. Above the image is a control bar with buttons for 'fenêtre', 'bin', 'zoom', 'scale', and 'couleur'. Below this bar are zoom level buttons: 'zoom fit', 'zoom 1/4', 'zoom 1/2', and 'zoom'. On the right side, a panel displays the FITS header metadata in a monospaced font. The header includes various parameters such as CRPIX1, CRPIX2, CTYPEx, DATE-LOC, DATE-OBS, IMAGETYP, FWHEEL, FILTER, EXPOSURE, EXPTIME, CCD-TEMP, SET-TEMP, XBINNING, YBINNING, XPIXSZ, YPIXSZ, TELESCOP, RA DEG, DEC DEG, RA, DEC, CRVAL1, CRVAL2, OBJCTRA, OBJCTDEC, AIRMASS, OBJCTALT, CENTALT, FOCALLEN, GAINEADU, RONE, PIERSIDE, JD\_SOBBS, JD, HJD UTC, BJD TDB, ALT OBJ, AZ OBJ, HA OBJ, ZD OBJ, RAOBJ2K, DECOBJ2K, RA OBJ, DEC OBJ, SITELAT, and SITELONG. At the bottom, a HISTORY section lists correction steps: '1600MM-Cool 2022-02-24 05-30-33.fit', 'Bias corrected with mbias -10C ZW01600.fits', 'Dark corrected with mdark -10C ZW01600.fits', 'and exposure time scaling factor = 1.4', and 'Flat corrected with mflat -10C ZW01600 B.fits'. The word 'Header (metadata)' is written in large blue text over the right side of the header panel.

```
CRPIX1 = 2328
CRPIX2 = 1760
CTYPE1 = 'RA---TAN'
CTYPE2 = 'DEC--TAN'
DATE-LOC= '2022-02-24T05:30:33'
DATE-OBS= '2022-02-24T05:30:33'
IMAGETYP= 'LIGHT'
FWHEEL = 'Electronic filt. wheel'
FILTER = 'B'
EXPOSURE= 420
EXPTIME = 420
CCD-TEMP= -9.800000000000001
SET-TEMP= -10.0
XBINNING= 1
YBINNING= 1
XPIXSZ = 3.8
YPIXSZ = 3.8
TELESCOP= 'Driver for telescope connected through TheSky'
RA DEG = 240.9139654166667
DEC DEG = 31.23464511111111
RA = '16:03:39.3517'
DEC = '+31:14:04.7224'
CRVAL1 = '16:03:39.3517'
CRVAL2 = '+31:14:04.7224'
OBJCTRA = '16h03m39.3517s'
OBJCTDEC= '+31d14m04.7224s'
AIRMASS = 1.0183721823723302 / Target airmass at mid-exposure
OBJCTALT= 82.30215397259197
CENTALT = 82.30215397259197
FOCALLEN= 1100.0
GAINEADU= 3.27
RONE = 3.7
PIERSIDE= 'pierWest'
JD_SOBBS = 2459634.729548611 / Julian Date at start of exposure
JD = 2459634.7319791666 / Julian Date (UTC) at mid-exposure
HJD UTC = 2459634.7329929993 / Heliocentric JD (UTC) at mid-exposure
BJD TDB = 2459634.7338076304 / Barycentric JD (TDB) at mid-exposure
ALT OBJ = 79.0843743437788 / Target altitude at mid-exposure
AZ OBJ = 127.13650792186208 / Target azimuth at mid-exposure
HA OBJ = -0.6776531261522791 / Target hour angle at mid-exposure
ZD OBJ = 10.915625656221195 / Target zenith distance at mid-exposure
RAOBJ2K = 16.060931111111113 / J2000 right ascension of target (hours)
DECOBJ2K= 31.234644444444445 / J2000 declination of target (degrees)
RA OBJ = 16.07536220508382 / EOD right ascension of target (hours)
DEC OBJ = 31.169760201888952 / EOD declination of target (degrees)
SITELAT = 38.21551666666667 / geographic latitude of observatory
SITELONG= -6.627122222222223 / geographic longitude of observatory
HISTORY ... 1600MM-Cool 2022-02-24 05-30-33.fit
HISTORY Bias corrected with mbias -10C ZW01600.fits
HISTORY Dark corrected with mdark -10C ZW01600.fits
HISTORY and exposure time scaling factor = 1.4
HISTORY Flat corrected with mflat -10C ZW01600 B.fits
```



# Le nom des images

## Pas de règles spécifiques juste.....

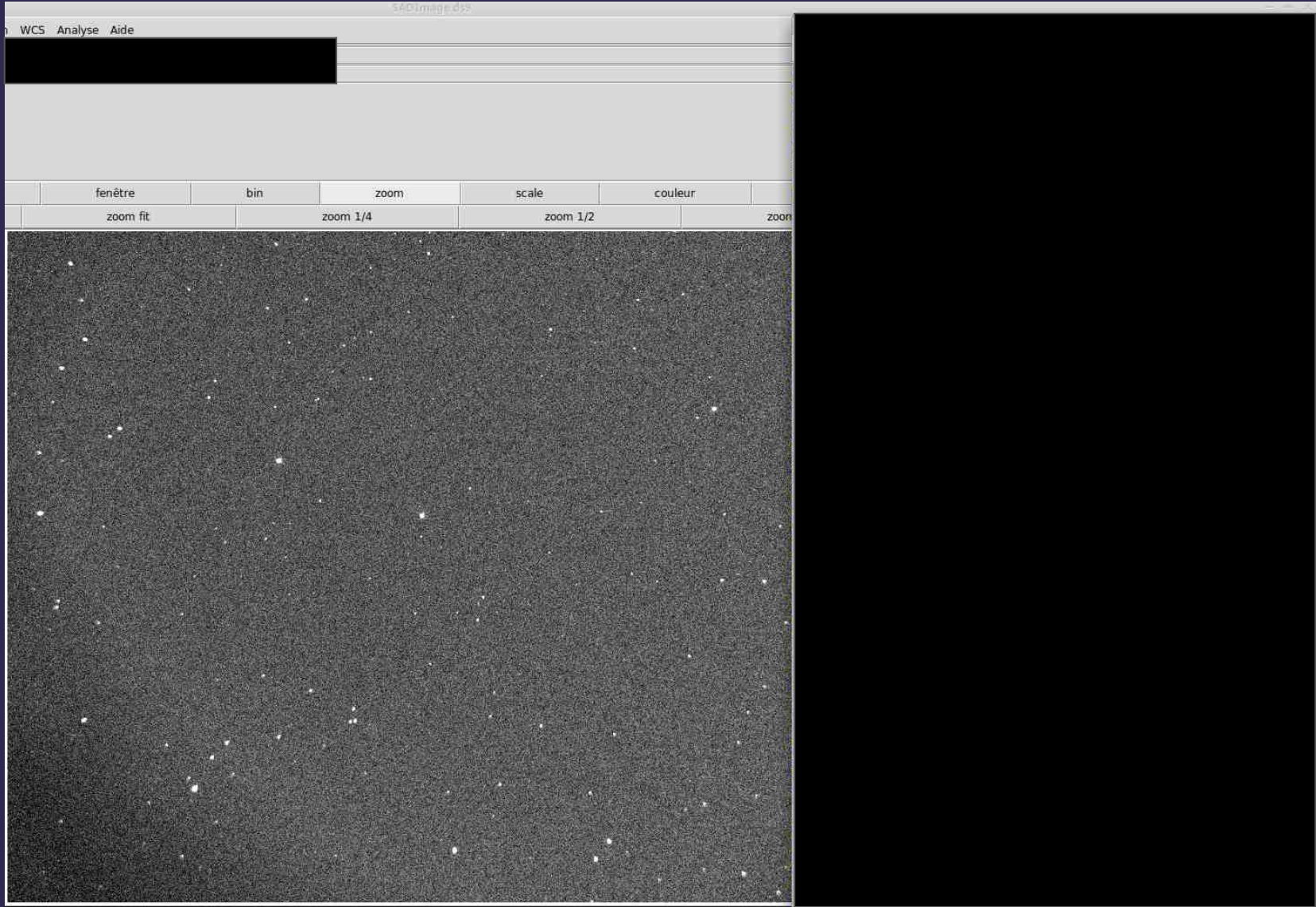
- éviter les caractères “+” et “-”
- éviter les accents
- surtout pas d’espace, délimiter avec “\_”
- pas besoin de mettre toutes vos infos dans le nom d’image, les headers sont fait pour cela ;)



KILONOVA CATCHER

# Quelques règles sur l'image

L'image devra être prétraitée (Dark, BIAS, Flat) / calibrée astrométriquement !







KILONOVA CATCHER

# Quelques règles sur les headers

Des keywords sont obligatoires

DATE-OBS ou DATE-START: temps du début de l'obs

EXPOSURE ou EXPTIME ou DATE-END: temps d'exposition

RA ou OBJECTRA ou RA\_OBJ ou CRVAL1: ascension droite

DEC ou OBJECTDEC ou DEC\_OBJ ou CRVAL2: déclinaison

FILTER: filtre utilisé pour l'observation

## Header (metadata)

```
CRPIX1 = 2328
CRPIX2 = 1760
CTYPE1 = 'RA--TAN'
CTYPE2 = 'DEC--TAN'

DATE-LOC= '2022-02-24T05:30:33'
DATE-OBS= '2022-02-24T05:30:33'
IMAGETYP= 'LIGHT'

FWHEEL = 'Electronic filt. wheel'
FILTER = 'B'
EXPOSURE= 420
EXPTIME = 420
CCD-TEMP= -9.800000000000001
SET-TEMP= -10.0
XBINNING= 1
YBINNING= 1
XPISZ = 3.8
YPISZ = 3.8
TELESCOP= 'Driver for telescope connected through TheSky'
RA_DEG = 240.9139654166667
DEC_DEG = 31.234645111111111
RA = '16:03:39.3517'
DEC = '+31:14:04.7224'
CRVAL1 = '16:03:39.3517'
CRVAL2 = '+31:14:04.7224'
OBJECTRA = '16h03m39.3517s'
OBJECTDEC= '+31d14m04.7224s'
AIRMASS = 1.0183721823723302 / Target airmass at mid-exposure
OBJECTALT= 82.30215397259197
CENTALT = 82.30215397259197
FOCALLEN= 1100.0
GAINEADU= '3.27'
RONE = '3.7'
PIERSIDE= 'pierWest'
JD_SOBS = 2459634.729548611 / Julian Date at start of exposure
JD = 2459634.7319791666 / Julian Date (UTC) at mid-exposure
HJD UTC = 2459634.7329929993 / Heliocentric JD (UTC) at mid-exposure
BJD_TDB = 2459634.7338076304 / Barycentric JD (TDB) at mid-exposure
ALT_OBJ = 79.0843743437788 / Target altitude at mid-exposure
AZ_OBJ = 127.13650792186208 / Target azimuth at mid-exposure
HA_OBJ = -0.6776531261522791 / Target hour angle at mid-exposure
ZD_OBJ = 10.915625656221195 / Target zenith distance at mid-exposure
RAOBJ2K= 16.060931111111113 / J2000 right ascension of target (hours)
DECOBJ2K= 31.234644444444445 / J2000 declination of target (degrees)
RA_OBJ = 16.07536220508382 / EOD right ascension of target (hours)
DEC_OBJ = 31.169760201888952 / EOD declination of target (degrees)
SITELAT = 38.21551666666667 / geographic latitude of observatory
SITELONG= -6.527122222222223 / geographic longitude of observatory

HISTORY ... 1600MM-Cool_2022-02-24_05-30-33.fit
HISTORY Bias corrected with mbias -10C_ZW01600.fits
HISTORY Dark corrected with mdark -10C_ZW01600.fits
HISTORY and exposure time scaling factor = 1.4
HISTORY Flat corrected with mflat -10C_ZW01600_B.fits
```

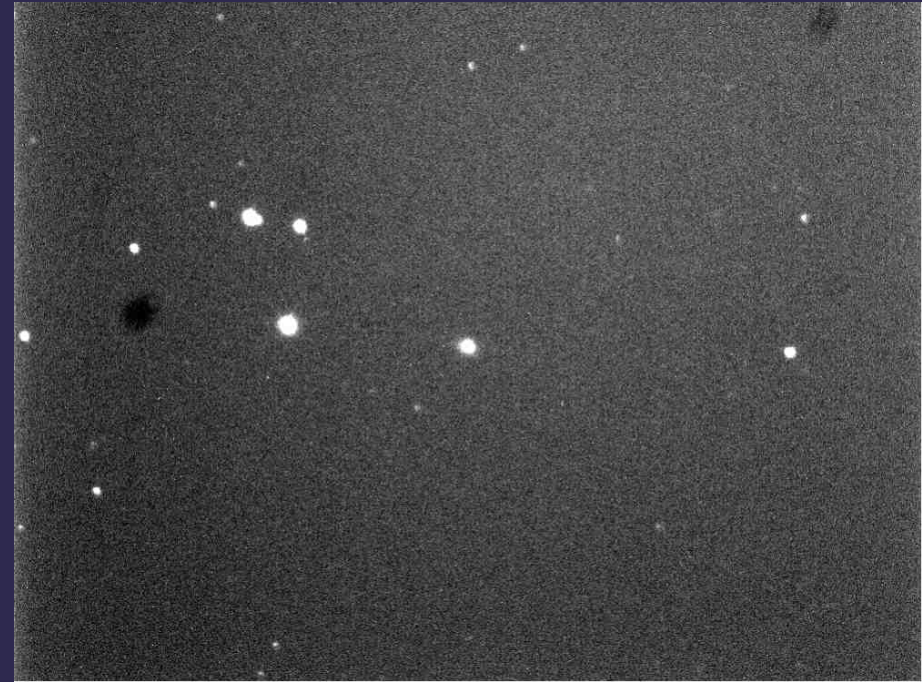




# Les mauvais cas (pas d'analyse engagée sur ces images)



Pas de flat ?



Peu d'étoiles pour la calib astro, présence de hot pixels (pas de dark ?)

# Les mauvais cas (pas d'analyse engagée sur ces images)



```
SIMPLE = T
BITPIX = 16
NAXIS = 2
NAXIS1 = 688
NAXIS2 = 540
MIPS-HI = 2500
MIPS-LO = 2100
MIPS-X1 = 0
MIPS-Y1 = 0
MIPS-X2 = 0
MIPS-Y2 = 0
MIPS-BIX = 1
MIPS-BIY = 1
MIPS-CCD = 1
MIPS-FL = 0
MIPS-SX = 0
MIPS-SY = 0
MIPS-NOR = 1.000000
```

```
DATE-OBS = '2022-02-22T04:13:00'
UT-START = '00:00:00'
EXPTIME = 40.000
JD = 2452914.500000
END
```

Image ok mais Header pas conforme ! Pas de filtre ni ce calib astro, pas de RA, dec non plus





KILONOVA CATCHER

# Les bons cas (analyse engagée sur ces images)

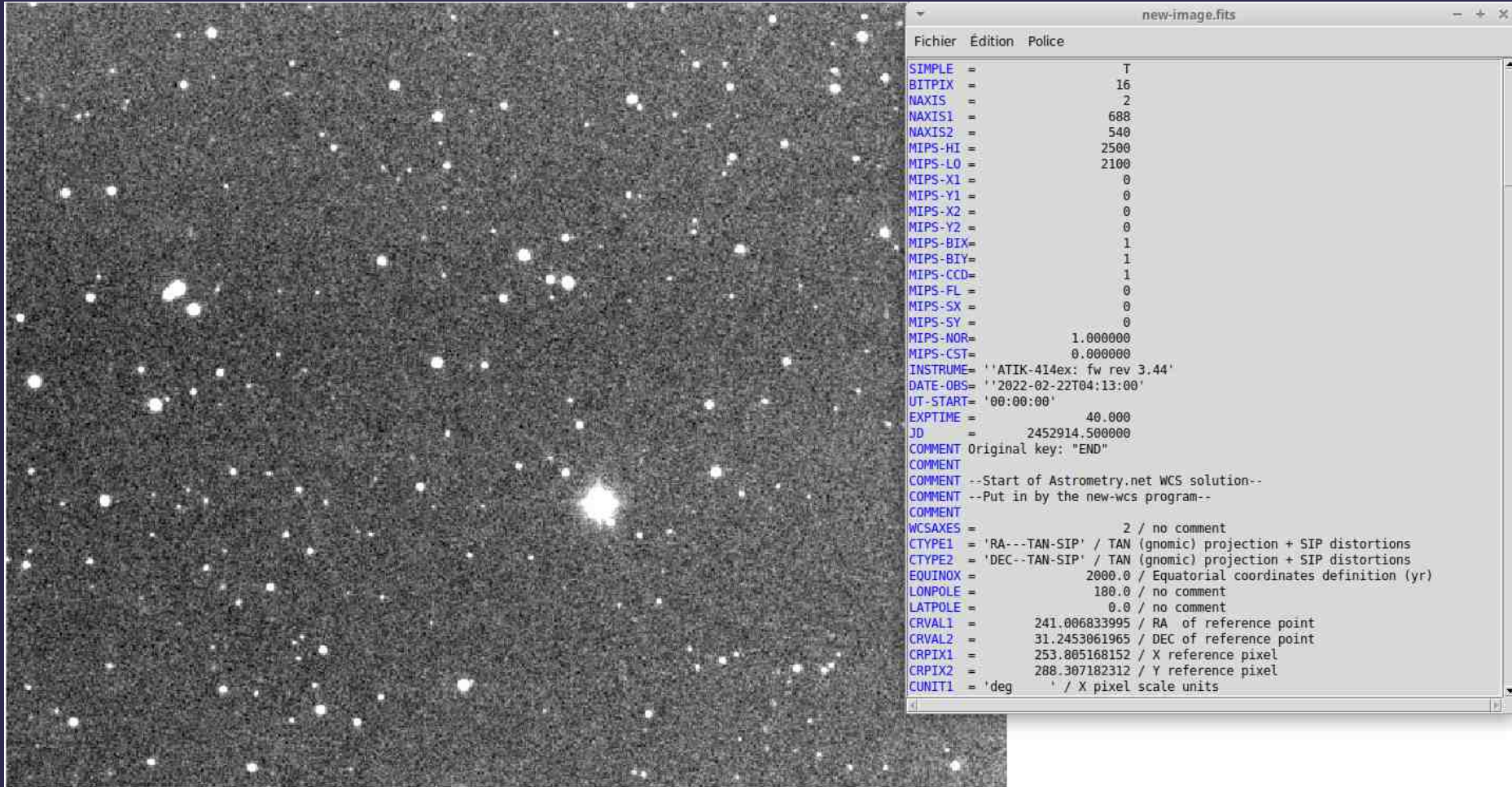


Image ok et Header ok après passage sous astrometry.net  
(<https://nova.astrometry.net/upload>).  
Cela ne prend que quelques secondes voire minutes / image



KILONOVA CATCHER

# Les bons cas (analyse engagée sur ces images)

The screenshot displays the S40Image.dss software interface. The main window shows a dark astronomical image with numerous bright spots (stars or galaxies). The interface includes a menu bar with 'WCS', 'Analyse', and 'Aide'. Below the menu is a toolbar with buttons for 'fenêtre', 'bin', 'zoom', 'scale', and 'couleur'. The image area has a 'zoom fit' button and a 'zoom 1/4' button. On the right side, a panel displays the FITS header information for the image.

```
CRPIX1 = 2328
CRPIX2 = 1760
CTYPE1 = 'RA---TAN'
CTYPE2 = 'DEC--TAN'

DATE-LOC= '2022-02-24T05:30:33'
DATE-OBS= '2022-02-24T05:30:33'
IMAGETYP= 'LIGHT'

FWHEEL = 'Electronic filt. wheel'
FILTER = 'B'
EXPOSURE= 420
EXPTIME = 420
CCD-TEMP= -9.800000000000001
SET-TEMP= -10.0
XBINNING= 1
YBINNING= 1
XPISZ = 3.8
YPISZ = 3.8
TELESCOP= 'Driver for telescope connected through TheSky'
RA DEG = 240.9139654166667
DEC DEG = 31.234645111111111
RA = '16:03:39.3517'
DEC = '+31:14:04.7224'
CRVAL1 = '16:03:39.3517'
CRVAL2 = '+31:14:04.7224'
OBJCTRA = '16h03m39.3517s'
OBJCTDEC= '+31d14m04.7224s'
AIRMASS = 1.0183721823723302 / Target airmass at mid-exposure
OBJCTALT= 82.30215397259197
CENTALT = 82.30215397259197
FOCALLEN= 1100.0
GAINEADU= 3.27
RONE = 3.7
PIERSIDE= 'pierWest'
JD_SOBS = 2459634.729548611 / Julian Date at start of exposure
JD = 2459634.7319791666 / Julian Date (UTC) at mid-exposure
HJD UTC = 2459634.7329929993 / Heliocentric JD (UTC) at mid-exposure
BJD TDB = 2459634.7338076304 / Barycentric JD (TDB) at mid-exposure
ALT OBJ = 79.0843743437788 / Target altitude at mid-exposure
AZ OBJ = 127.13650792186208 / Target azimuth at mid-exposure
HA OBJ = -0.6776531261522791 / Target hour angle at mid-exposure
ZD OBJ = 10.915625656221195 / Target zenith distance at mid-exposure
RAOBJ2K = 16.060931111111113 / J2000 right ascension of target (hours)
DECOBJ2K= 31.234644444444445 / J2000 declination of target (degrees)
RA OBJ = 16.07536220508382 / EOD right ascension of target (hours)
DEC OBJ = 31.169760201888952 / EOD declination of target (degrees)
SITELAT = 38.21551666666667 / geographic latitude of observatory
SITELONG = -6.627122222222223 / geographic longitude of observatory

HISTORY ... 1600MM-Cool 2022-02-24 05-30-33.fits
HISTORY Bias corrected with mbias -10C ZW01600.fits
HISTORY Dark corrected with mdark -10C ZW01600.fits
HISTORY and exposure time scaling factor = 1.4
HISTORY Flat corrected with mflat -10C ZW01600 B.fits
```

Image ok et header ok