



contact@aafc.fr

www.aafc.fr

Lettre Astro n°62

Mai – Juin 2019

Prochaines soirées publiques gratuites d'observation :

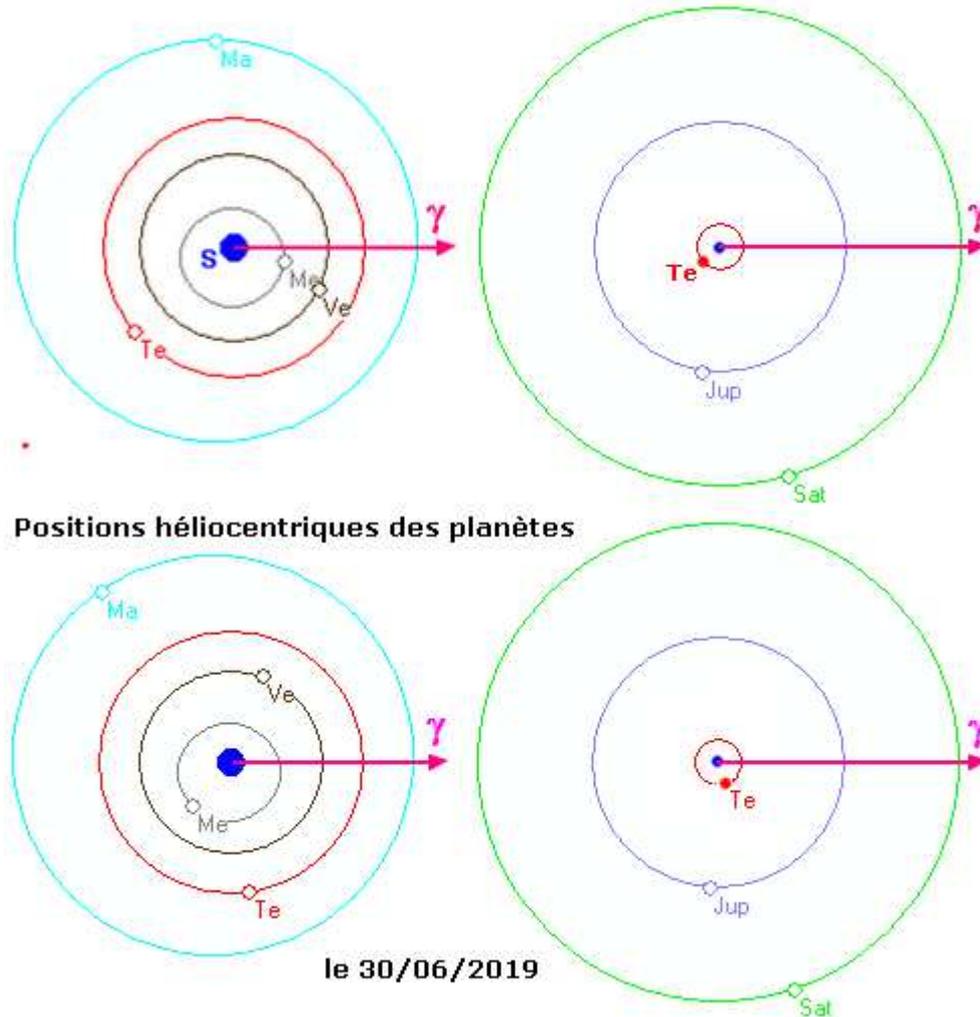
Mardis 7 mai et 4 juin - 20 h 30

Vous pouvez faire suivre cette lettre à vos amis, curieux d'astronomie ...

LES PLANÈTES EN MAI - JUIN :

- **MERCURE** : En conjonction supérieure le 21 mai, elle ne redevient visible qu'après le 25 dans le ciel du soir un peu au dessus de l'horizon **Ouest-Sud-Ouest** un peu moins d'une heure après le coucher du Soleil. Sa forte luminosité (magnitude de -1,9) facilitera sa visibilité qui ira en s'améliorant progressivement au cours du mois de juin.
- **VÉNUS** : Toujours visible dans notre ciel du matin sur l'horizon **Est-Nord-Est**, elle se lève environ une heure avant le Soleil. Sa magnitude est stable sur cette période (-3,3) et elle reste l'astre le plus brillant de notre ciel après le Soleil et la Lune.
- **MARS** : Se couchant de plus en plus tôt et sa luminosité diminuant progressivement (1,8 le 1^e mai et 2,0 le 30 juin) elle retourne à l'anonymat au milieu des champs stellaires du Taureau puis des Gémeaux où on pourra l'observer sur l'horizon **Ouest** puis **Ouest-Nord-Ouest** .
- **JUPITER** : Ayant entamé sa boucle de rétrogradation le 10 avril dans la constellation d'Ophiuchus elle passe à l'opposition le 10 juin. C'est donc la meilleure période pour l'observer sur l'horizon **Sud-Est** en début de soirée, puis se décalant vers l'**Ouest** au cours de la nuit. Assez basse sur l'horizon (23° en passant au méridien), elle a une luminosité suffisante (magnitude de -2,1) pour que le spectacle offert reste intéressant.

- **SATURNE** : En s'approchant de son opposition (9 juillet), elle voit sa magnitude diminuer de 0,7 le 1^e mai à 0,3 le 30 juin. Sa luminosité augmente donc et elle constitue un bel objet à observer dans la constellation du Sagittaire où elle a entamé sa rétrogradation le 30 avril. On pourra la voir sur l'horizon **Est-Sud-Est** en seconde partie de nuit à un peu plus de 20° de hauteur.



Le schéma ci dessus indique, dans un repère héliocentrique vu du pôle Nord de l'écliptique, les positions en début et fin de notre période des différentes planètes observables. La direction repérée par le signe γ est celle du point vernal (intersection des lignes de l'équateur et de l'écliptique où passe le Soleil, en repère géocentrique, à l'équinoxe de printemps appelé nœud ascendant de l'écliptique sur l'équateur) qui se trouve actuellement dans la constellation des Poissons. On peut faire sur cette représentation de nombreuses constatations. Par exemple on voit que :

- ✓ Au 30 juin L'alignement Soleil / Terre / Saturne n'est pas encore réalisé mais il est très proche. C'est compréhensible quand nous savons que l'opposition de Saturne est le 9 juillet.
- ✓ Entre le 1^e mai et le 30 juin Jupiter a été « doublé » par la Terre dans sa course autour du Soleil puisque la ligne Soleil / Terre qui était « derrière » celle Soleil / Jupiter en début de période est passée « devant » en fin de bimestre. L'opposition de Jupiter se produit donc dans cet intervalle.

- ✓ Sachant que le mouvement de révolution des planètes et de rotation de la Terre sont dans le sens anti-horaire (vus du pôle Nord toujours) nous pouvons déduire si telle planète sera visible le matin où le soir : en effet si, sur la figure, la planète concernée est à « droite » du Soleil elle sera visible le matin¹ (cas de Vénus) sinon, si elle est à « gauche » ce sera le soir² (cas de Mars).

Nous pouvons ainsi avec cette représentation retrouver de nombreux phénomènes observables sur Terre (repère géocentrique) en raisonnant sur le schéma héliocentrique.

LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES (temps civil)

- **02 mai** : Conjonction entre la Lune – 2 jours avant la NL - et Vénus sur l’horizon Est un peu avant le lever du Soleil.
- **06 mai** : Selon le calcul ce devrait être le début du Ramadan de l’an 1440 de l’Hégire. Cependant le début accepté de cette période particulière de la religion musulmane correspond, selon la tradition, à l’observation dans le ciel du premier croissant qui suit la nouvelle lune. Rappelons que le précédent Ramadan avait débuté le 16 mai dans notre calendrier.
- **06 mai** : Maximum d’activité de l’essaim des Éta Aquarides (radiant dans la constellation du Verseau) - associé à la comète de Halley - avec un flux pouvant atteindre quelques dizaines d’« étoiles filantes » à l’heure.
- **07/08 mai** : Conjonction entre le fin croissant lunaire et Mars en tout début de soirée sur l’horizon **Ouest-Nord-Ouest** (séparation angulaire de 3,2°). Mars, qui a beaucoup perdu de son éclat ces derniers mois, ne se distingue des étoiles du champ de vision que par sa couleur rouge orangée.
- **08 mai** : Les quatre principaux satellites de Jupiter sont alignés dans l’ordre Io, Ganymède, Europe et Callisto à l’Ouest de la planète. Beau spectacle vers 02 h 00 avec une paire de jumelles.
- **12 mai** : Conjonction entre la Lune et Régulus (α Lion) en début de soirée sur l’horizon **Sud-Ouest** (distance angulaire 2,8°).
- **13 mai** : Les quatre principaux satellites de Jupiter sont alignés dans leur ordre de distance à la planète - Io, Europe, Ganymède et Callisto - à l’Est de la planète. Beau spectacle avec une paire de jumelles vers 01 h 00.
- **15 mai** : L’équation du temps³ passe par son premier minimum (négatif) de l’année qui est de -3 min 39 s.

¹ Ce devra être le cas pour Mercure en début de période mais, trop proche du Soleil, elle n’est pas observable.

² Pour les planètes supérieures, si l’objet concerné est à 180° du Soleil nous le verrons toute la nuit puisqu’on en position d’opposition.

³ Voir les explications sur l’équation du temps dans les LA n°58 et n°59.

- **16 mai** : Conjonction entre la Lune et Spica (α Vierge) en début de soirée sur l'horizon **Sud-Sud-Est** (distance angulaire $7,1^\circ$).
- **19 mai** : Conjonction entre la Lune et Antarès (α Scorpion) sur l'horizon **Sud** (distance angulaire $7,8^\circ$). Saturne et Jupiter, qui sera en conjonction avec la Lune (distance angulaire $1,7^\circ$) le lendemain, sont dans le même champ et forment ensemble un beau spectacle.



- **23 mai** : Conjonction entre la Lune et Saturne à l'aube sur l'horizon **Sud-Sud-Est** (distance angulaire $2,5^\circ$).
- **28/29 mai** : Io et Ganymède passent devant le disque jovien sur lequel nous pouvons distinguer avec un instrument l'ombre de ces satellites. Le spectacle peut être suivi dès le début de la nuit jusqu'à 01 h 05 min (fin du passage de Io devant le disque).

-
- **04 juin** : Dernier jour théorique du Ramadan de l'année 1440 du calendrier musulman.
 - **04 juin** : Conjonction entre la Lune (fin croissant de début de lunaison) et Mercure sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest** à suivre après le coucher du Soleil.
 - **05 juin** : Io et Ganymède passent devant le disque jovien sur lequel nous pouvons distinguer avec un instrument l'ombre de ces satellites. Le spectacle peut être suivi dès 01 h 35 min (l'ombre de Ganymède entre sur le disque de Jupiter) et se termine à 04 h 49 min (fin du passage de Io devant le disque).

- **05 juin** : Conjonction entre la Lune et Mars sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest** juste après le coucher du Soleil. Nous pouvons observer dans le même champ Mercure en train de se coucher.
- **08 juin** : Europe passe devant le disque jovien sur lequel nous pouvons distinguer avec un instrument l'ombre de ce satellite. Le spectacle peut être suivi entre 0h 55min (l'ombre d'Europe entre sur le disque de Jupiter) et 03h 28min (fin du passage d'Europe devant le disque)⁴.
- **08 juin** : Maximum d'activité de l'essaim des Ariétides de juin (radiant dans la constellation du Bélier) avec un flux pouvant atteindre une soixantaine d'« étoiles filantes » à l'heure, bien visible en milieu et fin de nuit.
- **08 juin** : Conjonction entre la Lune et Régulus (α du Lion) après le coucher du Soleil (séparation angulaire de $3,1^\circ$) sur l'horizon **Ouest**.
- **09 juin** : Maximum d'activité de l'essaim des Tau Herculides (radiant, d'après le nom, dans la constellation d'Hercule mais plutôt localisé dans le Bouvier), avec de bonnes conditions de visibilité cette année car la Lune est en début de cycle. Cet essaim est associé à la comète 73P/Schwassmann-Wachmann.
- **10 juin** : Jupiter passe à l'opposition. Elle est visible dans la constellation d'Ophiuchus et atteint une hauteur de l'ordre de 20° lors de son passage au méridien.
- **13 juin** : L'équation du temps passe par zéro.
- **16 juin** : Conjonction entre la Lune, Jupiter (séparation angulaire de 2°) et Antarès bien visible au passage au méridien, mais visible à l'horizon **Sud-Est** dès 23 h 00 min (séparation angulaire de $8,9^\circ$).
- **17 juin** : Les quatre principaux satellites de Jupiter - Europe, Io, Ganymède et Callisto - sont alignés à l'Est de la planète. Beau spectacle avec une paire de jumelles vers 03 h 00.
- **17 juin** : Conjonction entre Vénus et l'étoile Aldébaran (α du Taureau) sur l'horizon **Est-Nord-Est** juste avant le lever du Soleil.
- **18 juin** : Conjonction entre Mercure et Mars juste après le coucher du Soleil (séparation angulaire de $0,2^\circ$) sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest**.
- **19 juin** : Conjonction entre la Lune et Saturne avec une visibilité optimum de part et d'autre de l'horizon Sud en seconde partie de nuit (séparation angulaire de 1°).

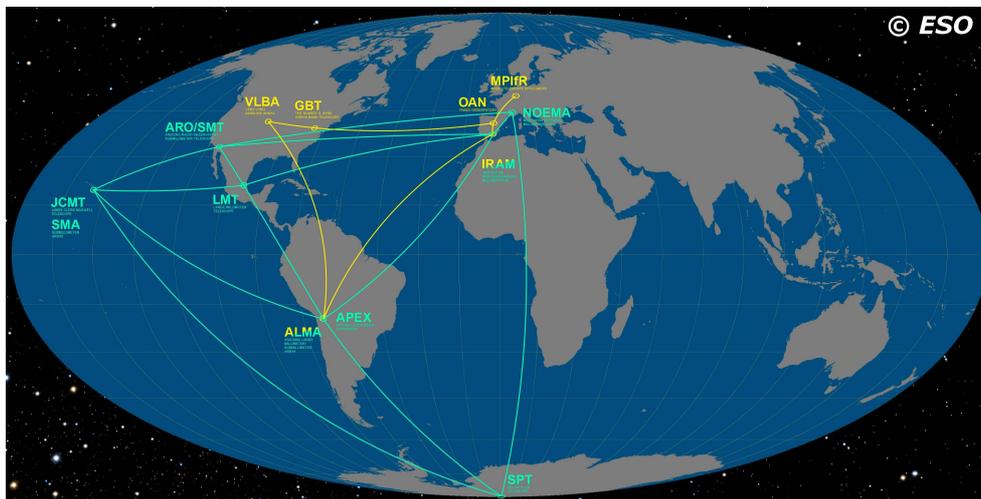
⁴ Nous ne donnons ici que quelques-uns des phénomènes des satellites de Jupiter visibles sur cette période. Vous trouverez plus de détails sur le lien <http://pgi.pagesperso-orange.fr/satjup19.htm>

- **21 juin** : Les quatre principaux satellites de Jupiter sont alignés dans l'ordre Callisto, Io, Ganymède et Europe à l'Ouest de la planète. Beau spectacle avec une paire de jumelles vers 02 h 00.
- **21 juin** : Solstice de juin à 17h 54min. Le Soleil se trouve à son point le plus haut dans le ciel. Mais il ne passe pas au zénith, comme il se dit quelquefois, car, sous nos latitudes, la hauteur maximale du Soleil dans l'année, qui a lieu ce jour là, est d'environ 66°. Nous sommes en été.
- **26 juin** : Les quatre principaux satellites de Jupiter sont alignés dans l'ordre Io, Ganymède, Europe et Callisto à l'Ouest de la planète. Beau spectacle avec une paire de jumelles vers 23 h 00.

AUTRES CURIOSITÉS : Image de l'environnement d'un trou noir

Il s'est tenue à travers le monde le 10 avril dernier une série de six conférences de presse simultanées, pilotées par la collaboration *Event Horizon Telescop (EHT)*, où a été présentée la première image de l'environnement d'un trou noir obtenue avec nos moyens d'observation terrestre.

Qu'est ce que l'EHT ? Il s'agit d'un réseau mondial de huit radio-télescopes⁵ distants les uns des autres de plusieurs milliers de kilomètres et dont les mesures sont associées en utilisant une technique appelée « interférométrie à très longue base » permettant une résolution importante : l'exploit technique réalisé ici est équivalent à la possibilité de lire une carte de crédit placée sur la Lune et observée depuis Paris !



Les instruments ayant participé à cette première campagne de l'EHT sont en bleu et les futurs observatoires associés à l'EHT en jaune.

Les premières cibles visées du projet comprenaient les deux trous noirs ayant le plus grand diamètre angulaire observé depuis la Terre : tout d'abord le trou noir occupant le centre de la galaxie elliptique géante M87, située à 55 millions al (années de lumière)

⁵ Les télescopes qui ont contribué à ce résultat sont ALMA (Chili), APEX (Chili), le télescope IRAM de 30 mètres (Espagne), le télescope James Clerk Maxwell (Hawaï), le grand télescope millimétrique Alfonso Serrano (Mexique), le réseau submillimétrique (Hawaï), le télescope submillimétrique (USA – Arizona) et le télescope du pôle Sud (Antarctique).

dans l'amas galactique de la Vierge et ensuite celui occupant le centre de la Voie lactée, Sagittaire A*, distant de 26 000 al.



M87 accompagnée de son jet central

Depuis notre planète la galaxie M87 est visible dans la constellation de la Vierge, à proximité de celle du Lion, au printemps et ressemble, dans un instrument, à une tache lumineuse. Cependant elle occupe un volume beaucoup plus important que notre Galaxie et contient donc beaucoup plus d'étoiles que cette dernière : sa masse est estimée à plusieurs milliers de milliards de masses solaires ! Sa particularité qui intéressait les astronomes pour la recherche dont nous parlons ici est l'existence d'un immense jet lumineux rectiligne de matière

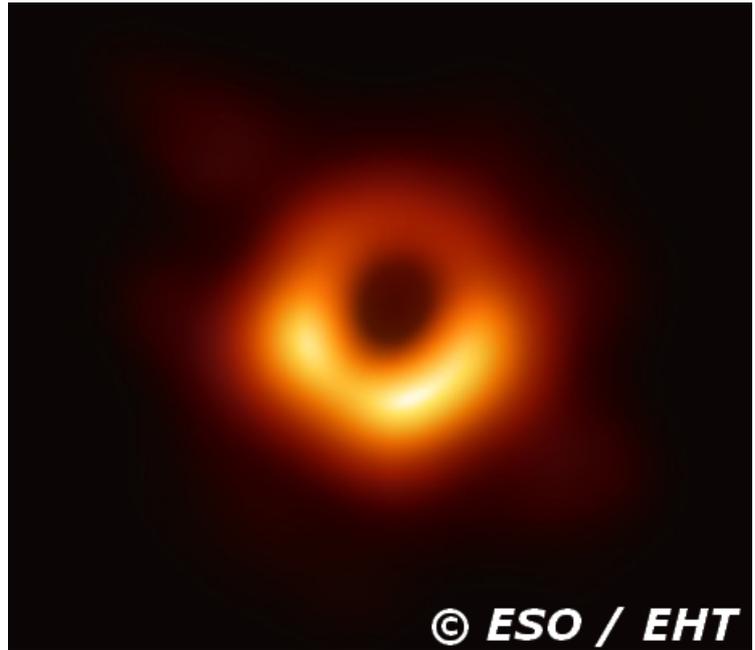
prenant naissance au cœur de la galaxie et d'une longueur qui approche les 5 000 al. M87 est l'une des radio-sources les plus brillantes du ciel et l'existence de ce jet est le signe d'une activité intense manifestant la présence d'un trou noir actif dans la partie sa plus centrale.

La technique nommée interférométrie à très longue base ou VLBI consiste à combiner les signaux radioélectriques détectés par un réseau de radiotélescopes répartis tout autour du globe et reliés par des « lignes de base », pour atteindre la même résolution angulaire théorique qu'une antenne radio virtuelle de la taille de la Terre. Le principe était déjà mis en œuvre depuis longtemps et deux réseaux de télescopes de ce type sont en service depuis plus d'une décennie : le VLBA américain, avec des antennes de Hawaï au New Hampshire et le réseau européen EVN avec des antennes situées en Chine, en Afrique du Sud, à Porto Rico, en Angleterre et en Allemagne. Cependant jusqu'à aujourd'hui nous ne disposons pas des moyens informatiques permettant de traiter le volume colossal de données nécessaires pour parvenir à résoudre des objets comme les trous noirs supermassifs. C'est aujourd'hui chose faite : les mesures synchronisées des huit installations associées actuellement dans l'EHT ont été conduites durant une campagne d'observations qui s'est déroulée du 5 au 14 avril 2017. En associant ces radio-télescopes répartis dans le monde entier les scientifiques sont parvenus à former un instrument virtuel de la taille de la Terre, doté d'une sensibilité et d'une résolution sans précédent. La difficulté importante a été de combiner par voie informatique les données récoltées individuellement par chaque équipement. Il aura fallu presque un an pour traiter les 5 000 To de données stockés sur plusieurs milliers de disques durs ! La mise en commun de ce volume gigantesque d'informations a été réalisé non pas par transfert informatique mais simplement en regroupant physiquement les supports par transport aérien : le temps nécessaire avec la

première solution aurait été trop important ! Le travail d'analyse et de recombinaison a ensuite été réalisé dans deux centres scientifiques : le Max Planck Institute for Radio-Astronomy (Allemagne) et le MIT Haystack Observatory (USA).

Ce qui est obtenu finalement n'est pas une photographie au sens où nous l'entendons habituellement mais donc, pour résumer, la traduction visuelle de mesures radio obtenues avec huit radiotélescopes dont les données ont été combinées à la suite d'un processus complexe de calculs informatiques. Cette image qui est la moyenne de trois méthodes d'imagerie différentes est affichée en unités de température de luminosité.

Le résultat visuel est constitué d'un disque central sombre entouré par un anneau lumineux dont la partie inférieure est plus intense que le reste. La partie intérieure dont ne semble sortir aucune lumière n'est pas à proprement parler le trou noir, qui est plus petit, mais une zone où la matière capable de produire un rayonnement ne peut pas se maintenir sur une orbite stable et plonge d'une manière irréversible vers le monstre tapi au cœur de la structure. Ce disque sombre a un diamètre d'environ 650 UA, c'est à dire 650 fois la distance Terre /



Soleil, et le trou noir proprement dit un peu plus de 250. À l'échelle de notre Système solaire il occuperait un espace allant beaucoup plus loin que l'orbite de Pluton. Sa masse estimée est de 6,5 milliards de fois celle de notre Soleil.

L'anneau lumineux visible autour de la partie sombre centrale est rendu perceptible du fait que la matière qui le constitue tourne autour du trou noir à une vitesse proche de celle de la lumière avant d'être engloutie au niveau du bord intérieur du disque. Portée à une température de plusieurs millions de degrés, elle émet dans ce mouvement de révolution un intense rayonnement. Cependant, comme nous le constatons, la luminosité de cet anneau n'est pas uniforme. En effet le gaz étant en rotation dans le disque d'accrétion, la luminosité de ce dernier est augmentée du côté où le gaz s'approche de nous et diminuée du côté qui s'éloigne du fait d'un effet Doppler relativiste. En mécanique classique ce dernier nous est bien connu puisque nous l'entendons lorsqu'une sirène de voiture s'approche de nous – son de plus en plus aigu – puis s'éloigne – son de plus en plus grave. Pour M87 nous pouvons voir ainsi un croissant brillant plutôt qu'un anneau autour du disque circulaire noir. Cette asymétrie ne disparaîtrait que si nous regardions le long de l'axe de rotation du disque d'accrétion.

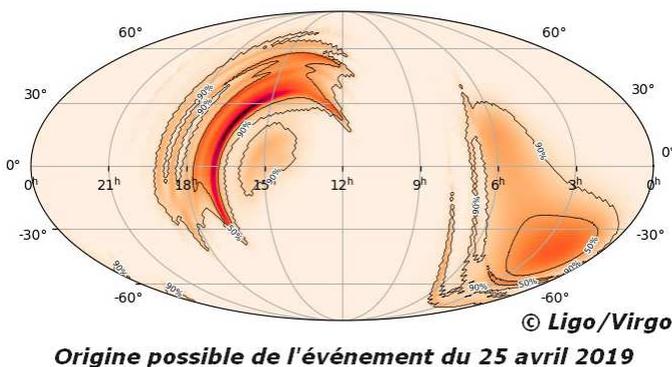
De plus, une partie du rayonnement que nous recevons des parties supérieure et inférieure de l'anneau provient en réalité de l'arrière du disque car l'espace-temps à

proximité du trou noir est considérablement déformé par la gravitation et les chemins que suivent les rayons électromagnétiques ne sont pas droits mais courbes.

Le télescope virtuel de l'EHT a aussi scruté le trou noir supermassif du centre de notre Galaxie, la Voie lactée. Celui-ci est 2 000 fois plus près de nous que M87 mais il est plus de 1 000 fois moins lourd avec une masse de « seulement » 4 millions de masses solaires. La taille de l'ombre de ce trou noir devrait donc être à peu près équivalente à celle de M87. La difficulté est que cet objet de la Voie lactée bouge beaucoup plus et l'analyse des données est plus difficile. Nous devrions cependant avoir une première image d'ici quelques semaines.

Il existe des monstres galactiques encore plus imposants que celui qui est tapi au cœur de M87. Le trou noir situé au centre de la galaxie elliptique NGC 4889 dans l'amas de la Chevelure de Bérénice, est estimée avoir une masse 21 milliards de fois plus importante que celle du Soleil, ce qui en ferait l'un des plus lourds de l'Univers connu. Cependant, situé à plus 300 millions d'al, son observation sera plus délicate que celle du trou noir occupant le cœur de M87.

Dans le même temps que l'EHT annonçait ces nouveaux résultats, la collaboration LIGO - installation américaine – VIRGO – installation européenne – , qui traque les ondes gravitationnelles, a repris ses observations. Je vous avais parlé de ces travaux il y a quelques mois. Ces derniers sont en rapport avec notre sujet d'aujourd'hui car les ondes gravitationnelles sont émises lors de phénomène cataclysmique comme la fusion de deux trous noirs. Ayant démarré le 1^e avril cette campagne d'observation a déjà mis en évidence trois évènements. Le premier a été détecté le 8 avril et correspond à la coalescence de deux trous noirs de 32 et 23 masses solaires situés à 5 milliards d'al. Le deuxième a été capturé le 12 avril et les deux trous noirs qui en ont été à l'origine étaient de 26 et 12 masses solaires et situés à 2,5 milliards d'al.



Le dernier, observé le 25 avril 2019, correspond à une onde gravitationnelle caractéristique de la fusion de deux étoiles à neutrons situées à environ 500 millions d'al. Nous savons que de tels évènements sont accompagnés d'une signature électromagnétique, comme elle avait été détectée lors de la précédente observation d'une fusion de même type le 17 avril 2017, signature

observée quelques secondes plus tard par l'observatoire spatial de rayons γ Fermi. Mais ici la source exacte de cet évènement n'a pas encore été localisée car la zone possible est importante comme nous pouvons le constater sur le schéma ci dessus. Cette incertitude est due au fait que l'un des détecteurs de LIGO était hors service lorsque l'onde gravitationnelle a atteint la Terre. Les chercheurs n'ont donc pas pu trianguler avec précision la provenance du signal. Mais dès que l'alerte a été donnée

plusieurs télescopes se sont immédiatement tournés vers le ciel afin de tenter de capter la lumière émise à cette occasion.

C'est une nouvelle fenêtre d'observation sur l'Univers qui est train de s'agrandir et l'astronomie devrait retirer de la combinaison de ces nouvelles techniques de substantiels bénéfices dans les prochaines années.

CONFÉRENCES DE L'OBSERVATOIRE 2018 / 2019 :

11 mai 2019 à 14h – salle de conférence de l'Observatoire

La matrice de Google et l'algorithme de recherche PageRank

José Lages – Maître de conférences à l'Université de Franche-Comté

Nous présenterons l'algorithme PageRank proposé en 1998 par Sergey Brin et Larry Page cofondateurs de l'entreprise Google (maintenant Alphabet). Cet algorithme est à l'origine du succès phénoménal du moteur de recherche commercial Google utilisé sur toute la planète plus de 3,5 milliard de fois par jour. L'algorithme PageRank est basé sur le modèle du « surfeur aléatoire » qui sonde de proche en proche les quelques 4,5 milliards de pages indexées du World Wide Web (WWW). Ce processus stochastique est en fait un processus de chaîne de Markov (1906) bien connu des mathématiciens et des physiciens, il peut être modélisé par une matrice : la matrice de Google. Nous verrons comment les propriétés élémentaires de cette matrice permettent de classer de manière efficace et rapide un très grand nombre de pages web. Cette matrice de Google, devenue un objet de recherche à part entière, est utilisée également pour sonder l'information enfouie dans toutes sortes de réseaux complexes autres que le WWW. Nous présenterons ainsi des applications récentes de la matrice de Google en biologie, plus particulièrement en oncologie (ex : réseau de protéines en interaction), en sciences humaines (ex : réseau des articles Wikipédia, ...), en économie (ex : réseau des transactions du commerce international, des transactions bitcoin, ...),

**À BIENTÔT SUR TERRE
L'AAFC**