

Grande Ourse

Astronomes Amateurs de la Côte (ASTRAC) | Observatoire de Marcelin, Morges
www.astrac.ch | info@astrac.ch

Bulletin no 23

Edition 2022

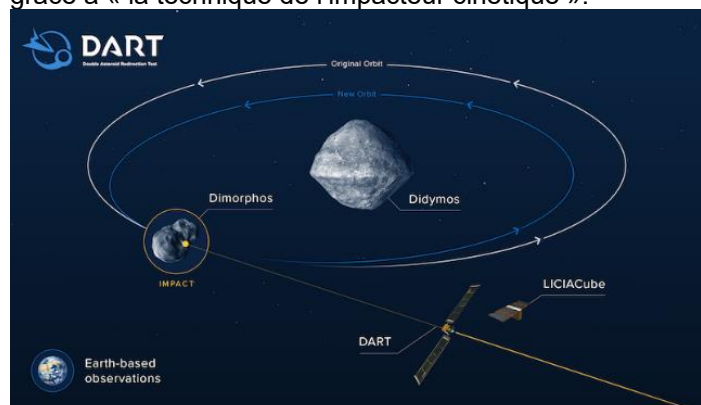
SOS astéroïdes ?

Une petite déviation par DART, un grand pas pour la sécurité

Le 24 novembre 2021, la NASA a lancé la **sonde spatiale DART** qui atteindra le **système d'astéroïdes binaire Dydimos** en septembre 2022.

Ce système est composé de Dydimos (780m de diamètre) et Dimorphos (160m de diamètre), les deux astéroïdes orbitant autour de leur centre de gravité. **La sonde entrera en collision avec Dimorphos, modifiant ainsi l'orbite du petit astéroïde autour du plus grand.** On estime que la période de révolution de Dimorphos autour de Dydimos sera diminuée de quelques minutes. Le changement de luminosité de Dydimos quand Dimorphos passe entre lui et la Terre permettra à des télescopes de mesurer la période de révolution avant et après l'impact. Dans quatre ans, l'ESA lancera la sonde HERA qui mesurera plus en détail le résultat de l'impact de DART et les propriétés physiques de Dimorphos.

D'après Patrick Michel, responsable scientifique de Hera et coordinateur de la coopération Aïda (Dart + Hera), il s'agit de « **la première mission qui va permettre de tester notre capacité à dévier la trajectoire d'un petit corps par un impact** », dans le but de protéger la Terre, dans le futur, d'un astéroïde grâce à « la technique de l'impacteur cinétique ».



Effet de l'impact de DART sur l'orbite de Dimorphos
Source: NASA/Johns Hopkins APL

Origine et dangers des astéroïdes

À sa naissance, la nébuleuse solaire était composée de gaz et de poussière en rotation. Une partie du nuage a fini par former un disque plat autour du Soleil en formation. La matière dans ce disque s'est effondrée en divers endroits pour former des planétésimaux. Certains sont entrés en collision et se sont agglomérés pour former des planètes, des planètes naines et les plus grosses lunes du système solaire. D'autres ont été capturés par ces planètes pour devenir leurs satellites. **Mais, encore de nos jours, de nombreux planétésimaux orbitent autour du Soleil loin de tout autre corps ; ce sont les astéroïdes.**

Une grande partie de ces astéroïdes se trouvent entre les orbites de Mars et de Jupiter et forment la ceinture d'astéroïdes. D'autres se trouvent en deux positions (points de Lagrange stables) sur l'orbite d'une planète où ils sont maintenus stables par les forces gravitationnelles combinées du Soleil et de la planète. On les appelle des astéroïdes troyens. Jupiter compte des milliers d'astéroïdes troyens et quelques-uns ont été découverts sur les orbites de Neptune et de Mars.

Certains astéroïdes ont des orbites très elliptiques (périhélie moins de 1.3 UA) qui les amènent dans les régions internes du Système solaire. **On nomme astéroïdes géocroiseurs ceux qui croisent l'orbite de la Terre.** Si leur orbite les rend susceptibles de s'en approcher à une distance de moins de 0.05 UA (et s'ils sont de largeur de 140m ou plus) ils sont considérés comme potentiellement dangereux.

Rassurez-vous ! 40% des astéroïdes dans cette catégorie ont été découverts, et aucun d'eux ne nous menacent dans les siècles prochains. Nous ne devons cependant pas oublier les dangers que posent des corps plus petits tels que certains météoroïdes. Le 15 février 2013 l'onde de choc provoquée par l'explosion d'un météore de 17m au-dessus de Chelyabinsk, en Russie, équivalente à 470 kilotonnes de TNT, a causé la mort de 1200 personnes. En 1906 un météore de 60m a eu l'effet d'une explosion nucléaire (moins les radiations), aplatisant 2000km² de forêt en Sibérie.

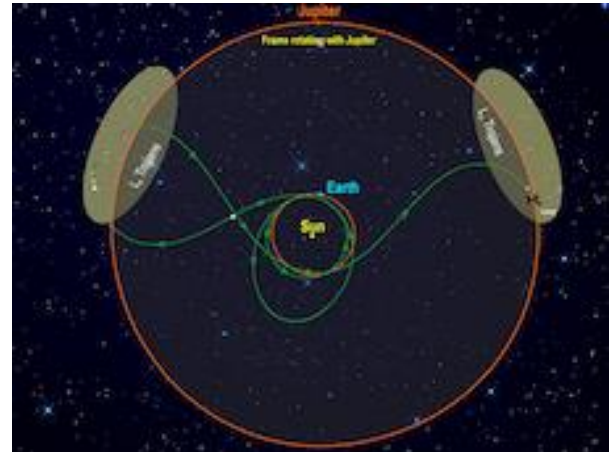
Si nous ne voulons pas un jour devoir envoyer une charge nucléaire sur un astéroïde qui nous menacerait -ultime recours si l'objet est détecté trop tard - il faut **prévoir à l'avance les trajectoires** des objets potentiellement dangereux, **connaître leur géologie** pour savoir le genre et nombre de projectiles qui auront plus de chance de les dévier et tester sur des astéroïdes non dangereux des méthodes qui ne risqueraient pas d'augmenter malencontreusement leur probabilité d'entrer en collision avec la Terre. **Les missions DART et HERA s'inscrivent dans cette perspective.**

Des capsules temporelles

Mais les scientifiques n'étudient pas les astéroïdes uniquement dans le but d'éviter que le ciel ne nous tombe sur la tête. **Les constituants des astéroïdes se sont formés au moment de la naissance du système solaire, il y a environ 4,5 milliards d'années** et sont restés inchangés depuis. Ils sont donc des sources précieuses de renseignements qui nous permettront de résoudre certains mystères de l'évolution du Système solaire et de la vie sur Terre. En plus de les observer avec des télescopes, il est important de les étudier de près et d'en ramener des échantillons. Un échantillon de 4,5 gr prélevé sur l'astéroïde Ryugu par la mission **Hayabusa 2** est déjà en train d'être analysé dans un laboratoire de Tokyo. Dans le même but, **OSIRIS-Rex** a atteint Bennu le 20 octobre 2020 et la capsule portant l'échantillon qu'il a prélevé sur l'astéroïde devrait arriver sur Terre en 2023.

La mission **Lucy**, elle, est partie le 16 octobre 2021 pour un voyage de 12 ans en vue d'étudier, en les survolant, six des astéroïdes troyens de Jupiter.

Le modèle de Nice qui propose que les planètes géantes qui, à l'origine, se trouvaient bien plus près du Soleil aient migré longtemps plus tard vers leurs positions actuelles utilise cette migration dans les simulations dynamiques du Système solaire, pour expliquer, entre autres, le bombardement tardif du Système et l'existence des astéroïdes troyens de Jupiter. Les modèles et les simulations de la formation du Système solaire devront à l'avenir être en accord avec les données récoltées lors de cette mission.



Trajectoire de Lucy. Source : Southwest Research Institute

B. Baumann

Sources : NASA.gov / Dart.jhuapl.edu / Futura-Sciences / Comins A la découverte de l'Univers / National Geographic sept. 2021 (Small Wonders par Michael Greshko) / Scientific American nov.2021 (NASA's DART Mission Could Help Cancel an Asteroid Apocalypse par Robin George Andrews)

Un parcours de femme astronome : Jocelyn Bell et les Pulsars

Jocelyn Bell fait partie de ces nombreuses femmes astronomes qui, parce qu'elles étaient femmes, n'ont pas accédé à une célébrité qu'elles auraient méritée d'avoir. Jocelyn Bell est née le 15 juillet 1943 à Belfast. Très jeune elle vit dans l'ombre de l'astronomie car sa maison se situe non loin de l'observatoire d'Armagh que son père a construit. Elle a envie de devenir astronome. Ses parents la laissent dévorer les livres de leur bibliothèque et le personnel de l'observatoire l'accueille quand elle veut.

A 13 ans elle part en Angleterre, à la Mount de York. Elle y reste de 1956-1961. De là elle part à Glasgow pour étudier la physique. Elle doit s'y accrocher car la formation reçue antérieurement n'était pas très poussée. En 1965 elle obtient son diplôme de physicienne et obtient un poste de doctorante dans le groupe de radioastronomie de Cambridge.

De la scintillation interplanétaire à la conception d'une antenne gigantesque

C'est là que Margaret Clark vient de découvrir la « scintillation interplanétaire » : **à cause des fluctuations de densité du milieu et du vent solaire, l'intensité apparente d'une source radio observée depuis la Terre varie.** Plus il y a de matière interposée

et plus le scintillement est important (comme dans le domaine visible, différence entre étoiles et planètes). Donc en radio astronomie les sources étendues scintillent moins que les petites sources.

Le radioastronome Antony Hewish, directeur de thèse de Jocelyn, **y voit la possibilité de détecter facilement les quasars**- ces galaxies actives dont le noyau est un gigantesque trou noir qui avale la matière environnante. Ces sources compactes sont lointaines et apparaissent ponctuelles aux astronomes terrestres, et si on repère une source radio qui scintille beaucoup, il s'agit alors sûrement d'un quasar.

Pour mener à bien cette tâche Hewish conçoit une antenne et établit un protocole d'observation à réaliser, tout en n'y prenant pas part. Il charge sa doctorante, Jocelyn, 24 ans, de cette réalisation pratique. **Jocelyn construit, aidée d'étudiant-e-es en stage de vacances, et en deux ans, une antenne titanesque** composée de 2048 antennes dipôles fixées à un millier de poteaux, le tout couvrant un champ de près de 20'000 m² (= env. 60 courts de tennis) et comprenant 14 km de câbles, près de 2 tonnes de fil de cuivre et 124 km de fil réflecteur (en réfléchissant les ondes radio incidentes ces fils permettent d'augmenter l'efficacité de

la détection). Coût : 15'000 livres, une peccadille ! **Ce « mammoth » permet d'enregistrer l'émission radio des sources qui, entraînées dans la ronde céleste par la rotation de la Terre, défilent dans son champ de vue.**

Le télescope révèle un signal étrange

Dès juillet 1967, 4 bandes du ciel sont scrutées simultanément à la fréquence de 81,5 MHz, et chaque recoin de la voûte céleste est surveillé trente fois sur une période de 6 mois. Mois après mois, 29 mètres de papier sortent chaque jour de l'imprimante et ce 24 h sur 24 et 7 jours sur 7. Jocelyn assume seule la responsabilité du fonctionnement du télescope et de l'analyse des données (entièrement à la main).

Deux mois environ après la mise en service de l'antenne, Jocelyn remarque un signal étrange qui ne ressemble ni à un phénomène d'interférence ni à un scintillement. Intriguée, elle se souvient (mémoire prodigieuse) avoir déjà observé un signal semblable dans le même voisinage. En fouillant les km de papier elle retrouve en effet d'autres observations qu'elle appelle « saletés ». C'est assurément une observation qui mérite un peu plus d'attention.

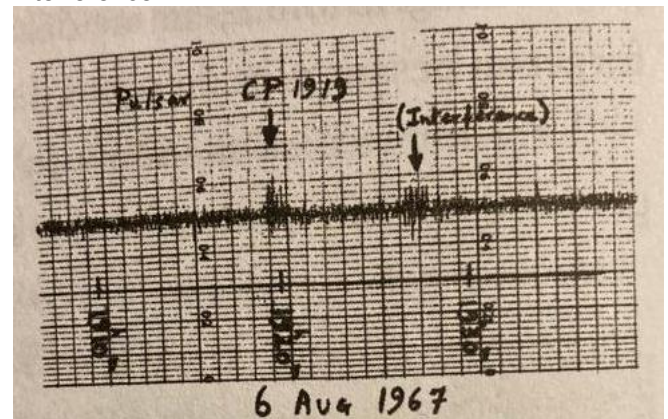
Pendant quelques semaines, pas de manifestations, son professeur raille Jocelyn d'incompétence. Cependant Jocelyn n'abandonne pas et en novembre 1967 sa patience est récompensée, la source se met à émettre de nouveau, à raison d'impulsions espacées de 1,3 seconde. Hewish lui dit qu'il ne s'agit que d'une intervention humaine (nouvelle radio...). Mais **Jocelyn persiste en pensant que c'est bien une étoile.**

Un soir cependant, Hewish, intrigué, vient observer ce phénomène, qui se manifeste chaque jour un peu plus tôt et semble se déplacer avec les étoiles, toutes les 23 heures et 56 minutes. Après de nombreuses vérifications : matériel, observations par d'autres collègues, il est vérifié **qu'il s'agit d'un phénomène situé à 212 années-lumière de la Terre, hors du système solaire. Et fut appelé : LGM 1 = Little Green Men, au grand dam de Jocelyn.**

Mais elle découvre dans d'autres enregistrements une autre « saleté » où les pulsations sont séparées de 1,2 seconde, là, elle est persuadée qu'il ne peut pas s'agir de civilisation extra-terrestre. Et, suite à sa pose de Noël, dans des mètres de papier enregistrés, elle découvre plusieurs autres mêmes phénomènes.

En février 1968 un article paraît dans la revue «Nature» signé par le professeur Hewish, et en deuxième position Jocelyn, qui relate cette étonnante découverte. La presse apprend que le découvreur est une femme. En ce début de 1968 aussi, elle rédige sa thèse dans laquelle sa découverte n'est qu'une simple annexe.

Ci-dessous, le premier enregistrement de la source CP1919 réalisé le 6 août 1967. La source y apparaît comme une « saleté » proche d'un signal dû à une interférence :



Découverte des Pulsars

En 1968 elle se marie et doit quitter Cambridge pour suivre son mari à Southampton, où elle étudiera les rayons gamma. Là elle développe un nouveau télescope gamma dont elle assure le calibrage. Après 5 ans d'un travail peu gratifiant, le couple part à Londres, au Mullard Space Science Laboratory, où elle doit de nouveau changer de sujet de recherche : elle analyse les données du satellite Ariel V qui détecte les rayons X. Elle travaille à mi-temps car elle s'occupe de son fils né en 1973. Après plusieurs déménagements et un divorce en 1989 elle obtient, en 1991, un poste de professeur à plein temps, à l'Université Ouverte de Milton Keynes, et devient la deuxième femme professeur de physique au Royaume Uni. C'est un nouveau défi pour elle, et après 10 ans dans cette université, elle devient, en 2001, doyenne de la faculté des sciences de l'Université de Bath.

Entre temps ses « saletés » n'ont pas été oubliées. En 1973 Jocelyn et son patron reçoivent les prix Michelson pour la **Découverte des Pulsars**, terme adéquat : pulsatingstar = étoile pulsante, émis par un journaliste du Daily Telegraph à Cambridge. Mais **en 1969 son patron Hewish récolte seul le prix Nobel de physique**, premier prix décerné pour l'astronomie d'observation. Le fait que l'honneur n'ait pas été partagé a particulièrement offusqué Fred Hoyle qui a même évoqué une conspiration contre la pauvre étudiante- ce que dément Jocelyn mais la controverse ne s'éteint pas, et Hoyle crie au scandale, et ira jusqu'à démissionner de son poste de Cambridge, ce qui entraînera la démission de Margaret Burbidge de son poste de directeur de l'observatoire de Greenwich et son retour en Amérique plus favorable aux femmes de sciences. (Rem. : Burbidge a travaillé avec son mari, Hoyle, Fowler, et d'autres, au fonctionnement des usines stellaires, et qui aboutira à un livre de référence : « De la synthèse des éléments dans les étoiles »).



Jocelyn Bell Burnell en 1975, environ huit ans après avoir repéré le premier pulsar. Photo prise par PA Archive / Alamy

De nombreux prix seront finalement attribués à Jocelyn : 1978, 1987, en 1989 : la médaille Herschel,

en 1995 le prix Jansky. En 1999 elle reçoit la médaille d'Edimbourg pour services rendus aux sciences et à la société. Elle est aussi faite Commandeur de l'empire britannique, et en 2001 elle est élue membre de la société Royale.

Hewish assure que Jocelyne n'a agi que sous ses ordres, sauf que c'est elle qui a construit l'antenne, et que sa tâche était de repérer les quasars.

C'est elle qui découvre le premier pulsar et qui décide de l'étudier plus en détail, et à traquer ces nouvelles sources étranges. Dès lors d'autres observateurs et théoriciens se lancent à la poursuite des pulsars et de leurs secrets.

Quelques remarques sur les Pulsars

Dans leur vie comme dans leur mort, le destin des étoiles est en grande partie déterminé par leur masse. S'il existe une valeur maximale possible pour la masse d'une naine blanche (comme pour notre futur Soleil), c'est-à-dire 1,4 M solaire, (limite de Chandrasekhar), il y en a une pour les étoiles à neutrons : 3 M solaire (limite de Oppenheimer-Volkov), au-delà de laquelle nous aurons un trou noir.

Quand une étoile dont la masse est comprise entre 8 et 25 Msolaire, explose, l'expansion de son cœur est stoppée par la matière des couches externes avec lesquelles il entre en collision. Le cœur se reconstruit et finit par donner naissance à une boule de neutrons : **une étoile à neutrons** (particules découvertes en 1932).

Déjà en 1933 Zwicky et Baade pensaient à l'existence de ces étoiles mais l'idée n'était pas à la mode, et, que des protons et des électrons puissent se transformer en neutrons paraissait impossible. Car dans ce cas : une petite cuillère de neutrons ramenée sur Terre devrait peser 10 milliards de tonnes. Dans ce cas une étoile à neutrons de masse 2Msolaire aurait un diamètre d'environ 20 km. L'attraction gravitationnelle à sa surface serait telle que la vitesse de libération y vaudrait $\frac{1}{2}$ vitesse de la lumière. Toutes ces propriétés étant si incroyables que l'idée des étoiles à neutrons fut abandonnée jusqu'à la découverte des PULSARS par Jocelyn Bell en 1968 (date de la publication de ses recherches).

La nébuleuse du Crabe

A fin 1968 la découverte dans la nébuleuse du Crabe (M1) d'un pulsar qui étincelle 30 fois par sec. sera suivie par d'autres, à des vitesses différentes, convainquirent les astronomes qu'il ne pouvait pas s'agir de naines blanches. De nombreux calculs montrèrent alors que si

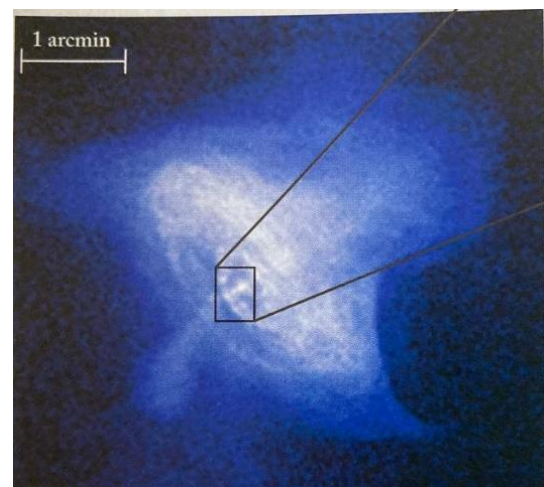
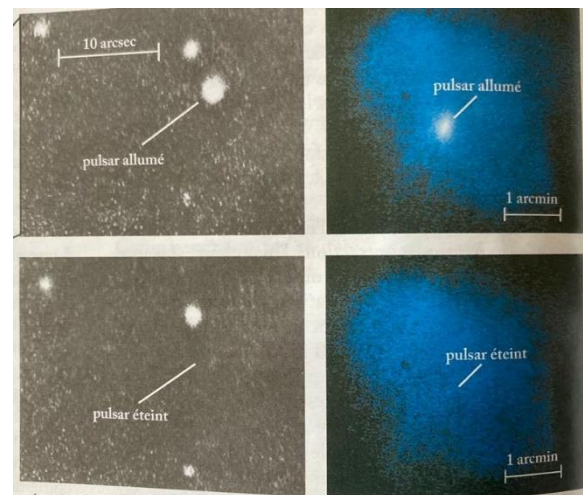
les étoiles à neutrons existaient, elles auraient un diamètre suffisamment petit pour pouvoir tourner aussi vite que le signal des pulsars (pensez aux pirouettes des patineurs). Cette explication fut la seule à passer avec succès les mises à l'épreuve scientifique. Dès lors la théorie des étoiles à neutrons se développa.



Nébuleuse du crabe-4. Image : NASA

Cette histoire montre le rôle primordial qu'a joué Jocelyn Bell, qui, grâce à sa détermination, son opiniâtreté, son obstination, et sa grande patience aussi pour déchiffrer ces « saletés » sur les kilomètres de papier déchiffrés dans la découverte de ces étonnants objets : les PULSARS.

Et cette histoire passionnante des étoiles à neutrons et leur champ magnétique n'est pas terminée.



F. Grandjean

Source : « L'Astronomie au féminin » de Yaël Naze
« A la découverte de l'Univers » Comins

NEOPRINT