



Vivre mieux !

ASSOCIATION
DE MAILLET

Club d'astronomie

Caroline H



Jocelyn Bell-Burnell

Jean-Pierre Maratrey - octobre 2025

Programme

Biographie rapide

Découverte des pulsars

Prix Nobel de Physique

Intérêt des pulsars

Et ensuite...

Interview

Distinctions et hommages

Conclusion

Biographie rapide

Susan Jocelyn Bell

Née le 15 juillet 1943 à Lurgan, à 29 km de Belfast en Irlande du nord (82 ans aujourd'hui)

Elle s'intéresse très jeune à l'astronomie. A 13/14 ans, elle sait qu'elle sera astronome.

Elle visite souvent l'observatoire d'Armagh avec son père, et y rencontre les astronomes.

A 11 ans, elle échoue à l'examen d'orientation (eleven +), puis intègre un pensionnat de jeunes filles à Cork. Là, un de ses professeurs lui donne la vocation de la physique.



Jocelyn Bell-Burnell en 2009.

Entre 1960 et 1965, elle étudie à l'université de Glasgow et obtient un *Bachelor of science*.

Elle se marie avec **Martin Burnell** (fonctionnaire) en 1968, et divorce en 1993.

Elle obtient son doctorat (Ph. D) à l'université de Cambridge en 1969.

Ils ont un enfant en 1973, Gavin Burnell. Elle travaille à mi-temps pour élever son fils qui deviendra docteur en physique, spécialiste de la matière condensée.

Découverte des pulsars

A l'université de Cambridge, elle prépare sa thèse en 1965, avec comme directeur **Antony Hewish** (1924-2021), et comme conseiller de thèse, sir **Martin Ryle** (1918-1984).

Elle savait qu'être une femme scientifique ne serait pas facile. Elle s'attendait à être renvoyée du jour au lendemain (syndrome de l'imposteur).

Sa thèse porte sur la détection des *quasars*.

Les quasars sont des galaxies extrêmement lointaines (vieilles) et extrêmement actives. Vues de la Terre, elles brillent énormément et, étant lointaines, sont très petites. D'où leur nom : **Quasi Stars**.

La méthode utilisée et conçue par Hewish et Ryle, est la scintillation interplanétaire et interstellaire (scintillation du gaz ionisé), comparable à celle des étoiles liées à la turbulence sur Terre.

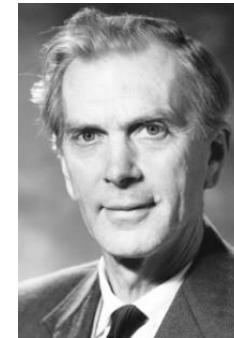
Elle permet de détecter les objets très petits, comme les quasars.

Il est nécessaire, pour ce faire, de construire un grand radiotélescope, nommé *four acre array*, travaillant à 81 MHz (λ de 3,7 mètres).

Il comporte 2048 antennes sur 16 000 m².

C'est le travail dévolu à Jocelyn Bell, doctorante, et quelques techniciens.

Une fois la construction terminée (en 2 ans), en 1967, les techniciens passent à autre chose, et Jocelyn reste seule pour faire marcher le radiotélescope et dépouiller les résultats.



Sir Martin Ryle



Antony Hewish



Four acre array en cours de construction. Jocelyn est à droite

Découverte des pulsars

Analyse des résultats

Avec ce radiotélescope, tout le ciel est scanné en une semaine. A raison d'un enregistrement toutes les 30 ms, ce sont des kilomètres de papier qu'il faut analyser à la main. Les ordinateurs ne sont pas encore assez performants pour faire ce travail.

De fait, elle découvre une centaine de quasars.

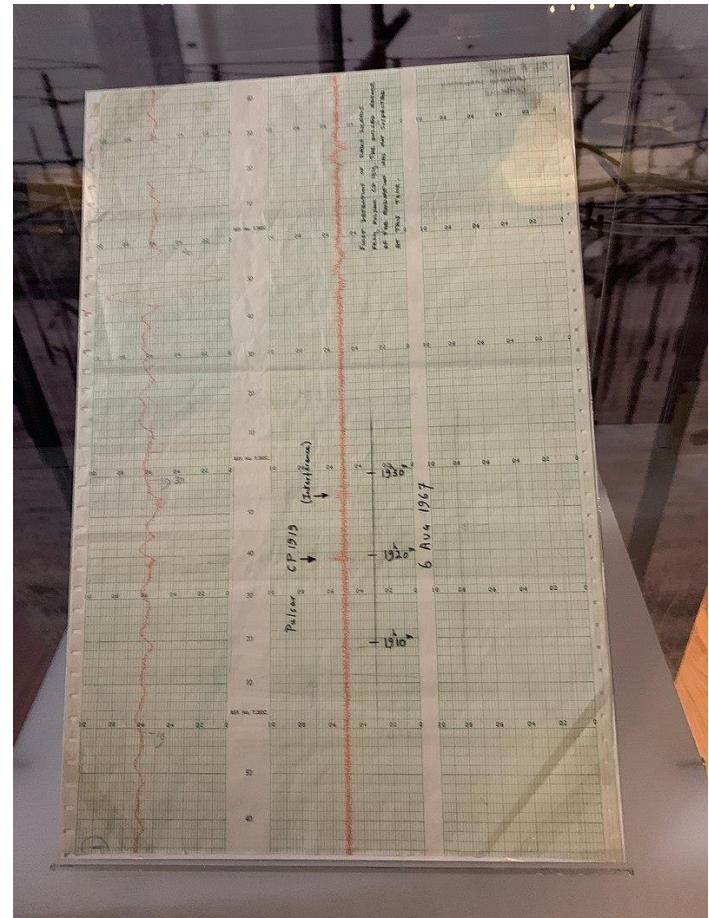


Dans l'analyse de plus de 5 km de papier, Jocelyne remarque un signal qui ne correspond pas aux quasars. C'était une anomalie insignifiante, mais qui est ensuite revenue à plusieurs reprises au même endroit dans le ciel. Elle reprit toutes les mesures de cet endroit et les a alignées. Pas de doute, c'est un signal récurrent, qui revient toutes les secondes environ.

Elle en fait part à Hewish. Celui-ci, convaincu qu'il s'agissait de signaux artificiels, les appelle LGM 1 : Little Green Men (petits hommes verts).

Mais Jocelyn savait que ce n'était pas un parasite. Elle y travaillait depuis plusieurs mois.

Après avoir éliminé toutes les sources externes, il faut se rendre à l'évidence, le signal vient bien d'un point particulier du ciel.



Graphique sur lequel Jocelyn Bell découvrit les pulsars (bibliothèque de l'université de Cambridge)

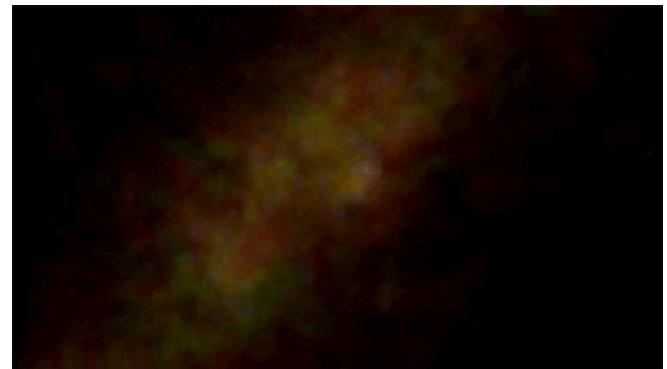
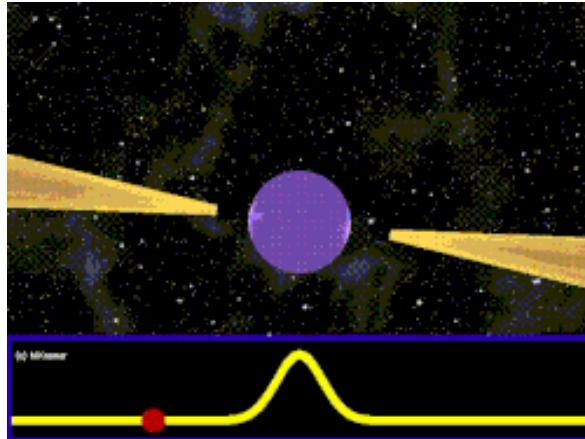
Découverte des pulsars

Elle est persuadée d'avoir mis à jour une horloge cosmique très régulière, et non pas un signal extraterrestre.

Puis elle en découvre un deuxième, puis 3, puis 4.

Quelques mois plus tard, ces objets sont appelés « **PULSARS** » : contraction de **pulsating stars**.

Ils sont ensuite identifiés comme des étoiles à neutrons en rotation rapide, agissant comme un phare.



En 1968, Hewish et Bell-Burnell publient un article sur cette découverte.

A noter que d'autres laboratoires avaient détecté les signaux des pulsars, mais chaque fois les avaient pris pour des artefacts ou des parasites. Seule Jocelyn eu la persévérance de poursuivre dans la voie qu'elle s'était tracée.

Découverte des pulsars

La découverte des pulsars est due à une part de hasard, et à la ténacité de Jocelyn Bell, et malgré les hésitations de Hewish.

« *La prochaine génération de télescopes observera des millions d'événements par nuit grâce à des ordinateurs qui analyseront d'énormes quantités de données.*

Si nous avions eu accès à un ordinateur, nous ne l'aurions jamais programmé pour rechercher quelque chose d'aussi inattendu.

Comment détecter des choses dont on ignore l'existence, des choses qu'on ne peut pas lui demander de rechercher ?

Mon projet consistait à étudier les quasars, et puis on tombe par hasard sur ces choses qu'on appelle des pulsars. Ils étaient totalement inattendus, totalement inconnus – et c'était vraiment amusant. »



Prix Nobel de Physique

En 1974, Antony Hewish et Martin Ryle obtiennent le pris Nobel de physique.

Ryle pour ses « observations et inventions ».

Hewish, pour « son rôle décisif dans la découverte des Pulsars »...

Pas elle !

Beaucoup de ses collègues ont protesté contre cet « oubli », mais Jocelyn ne leur en tient pas rigueur.

Elle précisera plus tard :

« Cela rabaisserait les prix Nobel s'ils étaient attribués à des étudiants chercheurs, sauf dans des cas très exceptionnels », dont elle estimait ne pas faire partie.

« On peut actuellement s'en tirer extrêmement bien sans avoir obtenu de prix Nobel, et j'ai eu de nombreux autres prix, et tellement de récompenses et d'honneur que, en réalité, je pense que je me suis bien plus amusée que si j'avais eu le prix Nobel.

C'est un feu de paille en quelque sorte : vous l'avez, vous êtes heureux le temps d'une semaine, et tout est terminé, plus personne ne vous remet quoi que ce soit après, parce qu'il y a le sentiment que rien ne peut être au même niveau. »

Lors de la conférence de presse qui a suivi la remise du prix Nobel, c'est Hewish qui fut questionné sur les points scientifiques de la découverte.

Toutes les questions à Jocelyn concernaient sa vie privée, et non pas ses initiatives scientifiques.

Elle en fut fortement choquée et c'est sans doute à l'origine de ses combats pour faire reconnaître le travail des femmes et des minorités en science.

Intérêt des pulsars

Les pulsars sont des étoiles à neutrons tournant très vite, de quelques millisecondes à quelques secondes, selon l'astre étudié. Toute la masse d'une grosse étoile est compactée dans un rayon d'une dizaine de km.

Ils émettent un rayonnement intense dans la direction de leur axe magnétique, qui n'est pas celui de leur rotation. Les étoiles à neutrons sont très denses. L'équivalent d'un morceau de sucre de cette matière pèse environ 100 millions de tonnes !

Le rayonnement de certaines balayent notre champ de vision depuis la Terre. Et sont appelées pulsars.

Les étoiles à neutrons sont très petites. Elles sont donc invisibles avec nos instruments. Mais dans le cas des pulsars, le rayonnement émis permet de les étudier.

- Les pulsations sont très rapides et précises. Ce sont des horloges cosmiques.
- L'analyse fine de ces pulsations (fréquence, type de rayonnement, intensité...) donne des informations sur l'étoile à neutrons d'où elles proviennent (Taille, masse, luminosité, température...).
- Leur étude permet de tester la relativité générale d'Einstein. Elle se révèle tout à fait exacte.
- Habituellement, il est difficile de relier, par l'observation, les particules très énergétiques à leurs sources. Au-delà des pulsars, ces études permettent de comprendre le rôle des rayons cosmiques dans les galaxies, et donc la structure même de ces galaxies.
- Mais il reste beaucoup de questions sans réponses à ce sujet : Comment le rayonnement se forme-t-il ? Par quel processus, dans quelles conditions ? Toutes les étoiles à neutrons émettent-elles ce rayonnement ? Etc.

Et ensuite...

Après avoir obtenu son doctorat, Jocelyn Bell travaille comme chercheuse et enseignante dans beaucoup d'institutions de renom en Grande Bretagne et aux USA.

Sans abandonner la radioastronomie, elle se lance dans l'observation et la recherche dans le domaine des rayons X, les étoiles binaires à trou noir, les sursauts gamma...

Elle se spécialise aussi dans le *traitement du signal*.

Elle travaille :

- A l'université de **Southampton**
- A **l'University College** de Londres
- A **l'Observatoire royal d'Édimbourg**

Elle est :

- Professeure de physique pour **l'Université ouverte** (*Open University*, institution anglaise donnant des cours à distance), pendant dix ans.
- Professeure invitée à **l'Université de Princeton**.
- Doyenne de science à **l'Université de Bath** entre 2001 et 2004.
- Présidente de la **Royal Astronomical Society** entre 2002 et 2004.
- Professeure invitée à **l'université d'Oxford**.

Interview

Interview de Chiara Badia, de l'INAF, Institut national d'astrophysique italien, en 2023.

Jocelyn, on vous appelle souvent *la Dame des Pulsars*, vous êtes donc un peu considérée comme la mère des étoiles pulsars. Quand et pourquoi avez-vous décidé d'étudier la physique ? Avez-vous toujours rêvé de devenir scientifique ?

Dès l'âge de 13 ou 14 ans, je savais déjà que je voulais devenir astronome. Je ne savais pas vraiment quel type d'astronomie choisir, car, comme j'avais besoin de dormir, l'astronomie optique ne me semblait pas une bonne idée. Puis, j'ai découvert la radioastronomie et j'ai décidé de travailler dans ce domaine. J'ai donc axé mes études scolaires et universitaires sur la physique et les mathématiques afin de devenir radioastronome.

Avez-vous reçu du soutien de votre famille ou y avait-il d'autres attentes envers les filles à cette époque ?

Ma famille m'a beaucoup soutenue, mais pas la société en général.

À cette époque, en Irlande du Nord où je vivais, les filles étaient censées devenir femmes au foyer, épouses et mères, et n'avaient pas besoin de beaucoup d'éducation ; les garçons en avaient besoin et la recevaient. Mon école stipulait que les filles recevaient des cours de cuisine et de broderie, et les garçons des cours de sciences. Mes parents se sont opposés à ces décisions et, à 12 ans, je me suis retrouvée dans une classe de sciences réservée aux garçons avec trois filles.



Jocelyn Bell Burnell (à droite) avec Chiara Badia. Crédit : Chiara Badia/Inaf

Interview

Vous avez commencé vos études de physique à Glasgow en 1961, il y a bien longtemps, dans une société différente de celle d'aujourd'hui. Avez-vous des souvenirs et des anecdotes de ces années-là ?

À Glasgow, j'ai suivi le cours de physique avancée Honors Physics, et je me suis retrouvée seule femme de la classe, avec 49 hommes. Naturellement, j'étais scrutée ; tous les professeurs savaient qui j'étais et vérifiaient si j'avais de bons ou de mauvais résultats. À l'époque, la tradition à Glasgow voulait qu'une femme entre en classe et que tous les hommes sifflent, secouant leurs bureaux par terre et faisant le plus de bruit possible. Généralement, dans ces cas-là, les femmes se rassemblaient devant la classe, attendaient, puis rentraient ensemble. Étant la seule femme de la classe, j'ai dû gérer tout cela seule, en essayant de ne pas rougir. Et vous savez ce que j'ai découvert ? Qu'on peut contrôler ses réactions sans rougir. J'ai donc appris à contrôler mon rougissement en entrant en classe et en affrontant tous ces bruits et ces insultes.

Le fait de rougir était-il en quelque sorte perçu comme un signe de faiblesse aux yeux de vos pairs ?

« Bien sûr, cela les a certainement encouragés à faire encore plus de bruit et de chaos. »

Vous êtes ensuite allée à Cambridge, et vos recherches, pendant votre doctorat, ont été consacrées à l'étude et à l'enregistrement des signaux provenant de l'univers...

À l'époque, j'étais étudiante en radioastronomie, doctorante, et j'avais passé deux ans à participer à la construction d'un grand radiotélescope. Pendant plusieurs mois, j'étais la seule à l'utiliser à Cambridge. J'avais très peur ; il n'y avait pas beaucoup de femmes à part moi ; les hommes semblaient tous très intelligents et très sûrs d'eux. Chaque jour, je pensais qu'ils s'étaient trompés à mon sujet.

Interview

Je me disais : « Je ne suis pas assez intelligente. Ils n'auraient pas dû me donner un emploi ; ils le découvriront et me mettront dehors. Mais tant qu'ils ne me mettront pas dehors, je travaillerai dur, je ferai de mon mieux * . »

Alors, en examinant attentivement les données du radiotélescope que j'utilisais, j'ai remarqué un signal d'environ cinq millimètres de diamètre qui n'avait aucun sens ; je ne pouvais pas le comprendre.

On apprend souvent une découverte sans se rendre compte du long chemin parcouru et des efforts faits. Vous avez passé beaucoup de temps à l'observatoire de Cambridge, et aussi de nombreuses journées sur le terrain, parfois même par mauvais temps. Quel était votre quotidien typique pendant cette période ?

Pendant les deux premières années, j'ai participé à la construction du radiotélescope. J'ai donc travaillé sur le site de l'observatoire, à brancher des câbles, à enfoncez des poteaux dans le sol... Je pouvais manier un gros marteau de trois ou quatre kilos. Je suis devenue très forte physiquement ; il faisait très froid et humide. Beaucoup d'exercices, peu de matière grise, disons.

J'étais aussi responsable de tous ces câbles, et les radiotélescopes en ont des kilomètres. J'ai donc passé deux ans à participer à la construction du radiotélescope, puis, une fois terminé, les cinq ou six autres personnes qui m'accompagnaient ont commencé à travailler sur d'autres projets. J'étais donc seule pour gérer et exploiter le radiotélescope.

* C'est le *syndrome de l'imposteur*.

Interview

J'aimerais maintenant vous poser une question plus personnelle. Immédiatement après cette découverte, vous avez décidé de vous marier et de fonder une famille. Quel impact cette décision a-t-elle eu sur votre carrière ?

Oui, je me suis mariée après avoir soutenu ma thèse de doctorat. Je venais de terminer mes études à Cambridge. À partir de ce moment-là, j'ai réalisé combien il était difficile pour deux personnes de trouver un bon emploi au même endroit, et j'ai fini par changer plusieurs fois de travail.

Lorsque mon mari s'est vu proposer une promotion ailleurs, j'ai cherché à savoir quelles recherches en astronomie je pourrais mener dans cette nouvelle région du pays. Je suis donc passée de la radioastronomie à l'astronomie gamma, des rayons gamma aux rayons X, puis à l'astronomie infrarouge et millimétrique. Finalement, mon mariage a pris fin et j'ai décidé d'étudier les étoiles compactes à toute longueur d'onde utile au progrès des connaissances.

Votre carrière a souvent dû s'adapter aux exigences de votre vie privée. Avez-vous des regrets ?

Je suis un peu agacée que ce soit toujours le travail des femmes qui soit compromis. Alors que les hommes peuvent mener une carrière normale, celle des femmes est compromise si elles ont des enfants. Malheureusement, cela est lié au fonctionnement de la société et de la communauté scientifique, où le modèle masculin est la norme.

Interview

En astronomie et en astrophysique modernes – outre la vôtre, bien sûr – quelle découverte vous a le plus impressionné ?

J'ai passé un moment particulièrement agréable à travailler en astronomie des rayons X à la fin des années 1970. Mon travail consistait à vérifier les données provenant du satellite *Ariel 5* et à planifier le programme d'observation. Comme tant de données arrivaient sur mon bureau, je voyais qu'il pourrait y en avoir d'autres au-delà de cet amas de galaxies ; je me précipitais donc pour trouver un jeune étudiant remplaçant pour vérifier les données.

Ainsi, semaine après semaine, il se produisait toujours quelque chose de nouveau : peut-être observions-nous un quasar et découvrions-nous une autre source transitoire. L'astronomie des rayons X s'est avérée bien plus passionnante que je ne l'aurais imaginé, car il y a tant de choses qui changent d'intensité, des transitoires qui explosent et meurent, des périodicités inattendues dans les données, des étoiles à neutrons, et bien plus encore.

Selon vous, quelle découverte nous attend au coin de la rue ?

Si vous m'aviez posé la question il y a quelques années, j'aurais répondu les ondes gravitationnelles : j'y crois depuis mes études. J'ai eu la chance, pendant ma dernière année à Glasgow, d'avoir comme tuteur le professeur Ronald Drever, un scientifique passionné, et je me suis dit : « Je serai attentive à chaque nouveau domaine exploré par Ron Drever. » D'ailleurs, peu de temps après, il a commencé à s'intéresser aux ondes gravitationnelles, suite à ses études. Je savais que les ondes gravitationnelles seraient détectées, mais je n'étais pas sûr d'être encore en vie pour les voir découvertes.

Interview

Revenons à la discrimination que vous avez subie tout au long de vos études, depuis le début jusqu'à votre échec au prix Nobel, peut-être précisément parce que vous étiez une femme scientifique : y a-t-il eu d'autres incidents ? Et que s'est-il passé dans les années qui ont suivi ?

La situation s'améliore constamment. Je ne connais pas suffisamment le rôle des femmes dans ce pays, mais dans le mien, il a beaucoup changé après la Seconde Guerre mondiale. Pendant la guerre, les femmes travaillaient parce que les hommes étaient partis combattre. À la fin de la guerre, il était difficile de réintégrer les femmes au foyer et de les considérer à nouveau uniquement comme épouses et mères. En Grande-Bretagne, les femmes ont progressivement gagné leur place sur le marché du travail.

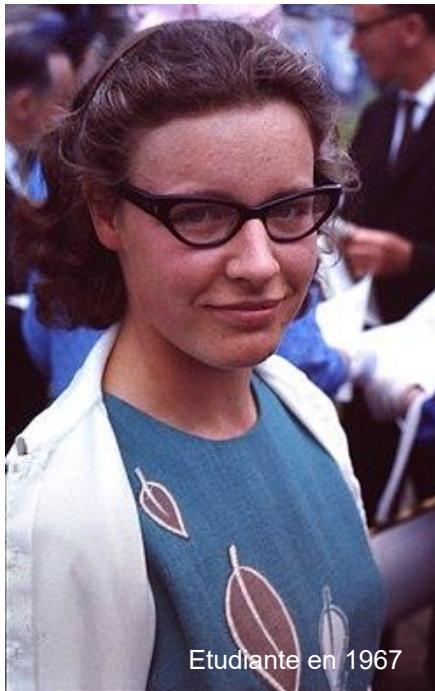
Bien que vous ayez manqué le prix Nobel, vous avez reçu plus tard le *prix Breakthrough Prize*, le plus convoité et le plus riche de la physique, d'une valeur de 3 millions de dollars. Vous avez décidé d'utiliser ce prix pour financer le soutien aux femmes, aux minorités et aux réfugiés dans leur parcours de recherche en physique. Une cause qui vous tenait à cœur...

J'ai décidé de me débarrasser de cet argent au plus vite, sinon le téléphone n'arrêterait jamais de sonner ! Je crois que deux aspects sont étroitement liés à ma découverte des pulsars : être une femme, donc une minorité, et avoir dû travailler plus dur que les hommes pour justifier ma place dans la société et le monde scientifique. J'ai donc pensé qu'en finançant d'autres jeunes issus de minorités, peut-être qu'eux aussi, avec beaucoup de travail, pourraient un jour faire de nouvelles découvertes. Notre institut a donc utilisé ce prix pour financer des bourses de physique destinées à des étudiants issus de milieux difficiles ou négligés, par exemple des personnes d'origines ethniques différentes, des femmes, des personnes handicapées et toutes les minorités en général.

Interview

Vous êtes considérée comme une source d'inspiration pour les nouvelles générations, un modèle pour les femmes scientifiques et chercheuses, et un symbole de la lutte contre les discriminations sexistes. Qui l'a inspirée ?

Je ne pense pas avoir eu de modèle. Mon père m'a beaucoup soutenue, ce qui était positif, mais je pense que j'ai dû tracer ma propre voie, la plupart du temps ; il y avait très peu d'autres femmes. J'ai sans doute ouvert la voie.



Distinctions et hommages

Bien que n'ayant pas eu le Prix Nobel de Physique, elle fut honorée par d'autres organisations scientifiques :

- 1973 : Médaille Albert A. Michelson du Franklin Institute
- 1978 : Prix en mémoire de Robert Oppenheimer
- 1986 : Prix Beatrice M. Tinsley de l'Union américaine d'astronomie
- 1989 : Médaille Herschel de la Royal Astronomical Society
- 2000 : Prix Magellan de la Société américaine de philosophie
- 2010 : Prix Michael Faraday de la Royal Society
- 2015 : Médaille royale de la Royal Society
- 2015 : Médaille d'or espagnole du Conseil supérieur de la recherche scientifique
- 2018 : Grande médaille de l'Académie des sciences
- 2018 : Prix de physique fondamentale, d'une valeur de 3 millions de dollars
- 2021 : Médaille Copley de la Royal Society
- 2022 : Prix Jules-Janssen de la Société astronomique de France

Distinctions et hommages

Elle occupe les postes honorifiques suivants :

- 2002 : Présidente de la Royal Astronomical Society
- 2003 : Membre de la Royal Society
- 2003 : Membre de l'Union Astronomique Internationale (UAI)
- 2004 : Membre de la Royal Society of Edinburgh
- 2005 : Associée étrangère de l'Académie nationale des sciences
- 2015 : Membre d'honneur de l'Union américaine d'astronomie
- 2018 : Membre de l'Académie américaine des arts et des sciences
- Membre de la Société américaine de philosophie

Découvert en 1998, l'astéroïde 25275 de la ceinture principale porte son nom : *Jocelynbell*

Distinctions et hommages

Observatoire Jocelyn Bell de Toulouse (OJBT)

L'association étudiante ***UPS in space*** de Toulouse, gère cet observatoire sur le campus de *Toulouse III Paul Sabatier*, pensé et évalué depuis 2015. La coupole et le matériel associé sont installés en 2023. La monture est une 10-Micron GM 4000 HPS qui pèse 120 kg et supporte 150 kg de matériel.

Le tube principal est un télescope Dall-Kirkham de 508 mm de diamètre à champ plan. Il pèse 63 kg sans accessoire, et sa focale est de 3,454 m. Il permet des grossissements jusqu'à 1 000 fois.

Le second est un Rowe-Ackermann de 280 mm de diamètre et 620 mm de focale ($F/D = 2,2$). Il permet des grands champs de plus de 4° ($F/D = 2,2$).

Le troisième est consacré à l'observation du Soleil. C'est un Triband SCT 11", auquel on peut ajouter des filtres type H α ou CaK.

Les buts de cet observatoire sont :

- Partager des connaissances en astronomie, en astrophysique et en sciences spatiales
- Valoriser les savoirs et savoir-faire de chacun dans ces thématiques
- Organiser et participer à des événements liés à ces thématiques
- Faciliter l'accès à l'astronomie et au spatial pour tous



Conclusion

Jocelyn Bell-Burnell est la radioastronome irlandaise qui a découvert les pulsars pendant sa thèse de doctorat.

Les pulsars ont un intérêt considérable en astronomie.

Elle a beaucoup œuvré pour la reconnaissance des femmes en astronomie, mais aussi pour celle des minorités, quelles qu'elles soient.

Elle a reçu beaucoup de distinctions, sauf le prix Nobel.



ASSOCIATION
DE MAILLET

Club d'astronomie
Caroline H

