Grande enquête

L'astro, c'est bon pour l'innovation

La Royal Astronomical Society, en Grande-Bretagne, s'est intéressée à l'impact réel de l'astronomie sur la société. Son enquête, une première sur le sujet, est riche d'enseignements.

Stéphane Fay

L'ASTRONOMIE est-elle utile à la société ? Cette question un brin provocatrice, la Royal Astronomical Society (RAS) de Londres a décidé d'y répondre de manière argumentée sous la forme d'un petit livret, fruit d'une enquête minutieuse. Et le verdict de ce rapport est plutôt flatteur pour la plus ancienne des sciences. *"Des changements technologiques majeurs à la formation de doctorants qui enrichiront l'économie, en passant par la culture, ce livret témoigne de l'impact de l'astronomie sur toute notre société"*, souligne Robert Massey, responsable de la communication externe pour la RAS.

Le document est aussi l'instrument d'un beau plaidoyer auprès des gouvernants : *"Cette vision globale est destinée à montrer la valeur de la science aux leaders d'opinion, alors que la recherche est menacée d'importantes coupes budgétaires au Royaume-Uni."* Une occasion en or pour détailler enfin concrètement l'apport de l'astronomie à nos sociétés modernes. GPS, CCD, wi-fi, pétrole, médecine, *Star Wars* sont quelques-uns des mots clés universellement connus dans lesquels l'astronomie a, de près ou de loin, quelque chose à voir.

+ W À voir sur Internet

Le rapport de la RAS est consultable en pdf (en anglais) sur : www.ras.org.uk/publications/other-publications/1868-new-view-universe

Animation de l'Année mondiale de l'astronomie, en Pologne. Courtesy Piotr Potepa

L'étude du ciel et de l'Univers présente-t-il encore un intérêt pour notre société moderne ? Oui, répond une enquête britannique. L'astronomie est source de retombées technologiques et pourvoyeuse de cadres de haut niveau, ce dans des domaines très divers.

Une technologie innovante

Depuis ses bases théoriques jusqu'aux énormes moyens qu'elle nécessite pour observer des objets situés à des milliards d'années-lumière, l'astronomie engendre de nouvelles technologies qui façonnent notre quotidien. Fusion nucléaire, GPS, imagerie médicale… : ses retombées sont bien éloignées de l'étude du ciel.

GPS L'un des exemples les plus connus est le GPS. La précision de ce moyen de localisation que l'on retrouve aujourd'hui jusque dans nos téléphones mobiles repose en partie sur une connaissance précise du champ de gravité terrestre et de ses conséquences. En effet, les satellites du système GPS sont munis d'horloges atomiques permettant de se repérer sur Terre à 5 ou 10 m près en quelques secondes. À condition que les tic-tac des horloges soient connus avec une précision de quelques dizaines de nanosecondes ! Or, du fait d'une gravité terrestre plus faible dans l'espace que sur Terre, ces tic-tac y sont plus rapides de 45 microsecondes par jour ! Un effet que seule la relativité générale, la théorie de la gravitation d'Einstein, permet de calculer pour mieux trouver notre chemin.

Pétrole et freins à disque Moins connues sont les retombées technologiques des détecteurs d'ondes gravitationnelles, comme celui du projet américain Advanced Ligo [1]. Afin de mesurer les effets du passage de ces rides de l'espace-temps, il utilise des lasers qui viennent se réfléchir sur des miroirs. Ces derniers doivent être isolés de toute vibration comme celles d'origine sismique ou thermique. À cette fin, les miroirs sont suspendus par des fibres de silice dont les caractéristiques techniques (par exemple, la forme de la fibre) ont été étudiées pour obtenir la meilleure isolation possible. Du coup, ces fibres intéressent l'industrie. Une équipe de Glasgow cherche ainsi à les utiliser dans la conception de gradiomètres de pesanteur. Ces instruments servent à mesurer les fines variations du champ de gravité terrestre, d'où la nécessité de les isoler. Ils permettent, entre autres, de repérer les nappes de pétrole. Les techniques mises au point pour attacher les fibres de silice aux miroirs trouvent également des applications. Elles ont été adaptées pour lier du carbure de silicium (une céramique composée de silicium et de carbone) à différents matériaux. Cela permettra de concevoir de nouveaux freins à disque pour les voitures.

Imagerie médicale et fusion nucléaire Autres instruments astronomiques à la base de progrès techniques, les télescopes géants et les futurs hypertélescopes, tel l'E-ELT [2]. Ils sont à l'origine de la mise au point de l'optique adaptative, des détecteurs optiques et infrarouges, de l'extraction de données d'images complexes et bruitées qui sont autant d'avancées dont bénéficient l'imagerie médicale ou encore les scanners dédiés à la sécurité. Plus spécifiquement en ce qui concerne l'E-ELT, son optique géante devant être très précise, les industriels ont dû concevoir de nouveaux procédés répondant à ces

besoins spécifiques. Ces procédés sont désormais appliqués en microélectronique, dans le cadre des expériences de fusion nucléaire.

Photo numérique Terminons ce tour non exhaustif des techniques suscitées par l'astronomie en évoquant ses contributions majeures aux caméras CCD. Les CCD aujourd'hui présents dans les appareils photo numériques ou les téléphones mobiles ont été inventés en 1969. Les astronomes ont été parmi leurs premiers utilisateurs. Dès le milieu des années 1970, les capteurs CCD ont remplacé les plaques photo, nettement moins performantes. Plus tard, ils ont été perfectionnés afin de devenir sensibles aux rayons X. On les retrouve aujourd'hui dans l'industrie aéronautique pour inspecter les composants des avions ou encore chez le dentiste, lorsqu'il fait une radio !

Wi-fi Le wi-fi, la communication sans fil entre appareils électroniques, doit beaucoup à la radioastronomie. En effet, afin de capter les ondes radio de trous noirs en train d'exploser (une prédiction faite en 1974 par l'astrophysicien Stephen Hawking), l'Australien John O'Sullivan inventa des techniques permettant de supprimer rapidement leur distorsion induite par leur passage dans le milieu extragalactique. Ces techniques se retrouvent aujourd'hui dans les protocoles wi-fi, où elles corrigent la distorsion d'un signal entre deux appareils électroniques suite à ses multiples rebonds sur les murs et autres surfaces de construction.

Des cadres de haut niveau

En plus d'être source d'innovation technologique, l'astronomie forme des cadres de haut niveau pour l'industrie, les services et les États. Pour des raisons culturelles, ce constat est cependant variable selon les pays. Il est une réalité chez les Anglo-Saxons, où de véritables passerelles existent entre le monde académique et l'industrie. Un astronome peut aller travailler dans le secteur privé et revenir dans la recherche. Un tel parcours est beaucoup plus difficile en France. L'université y est méfiante vis-à-vis du secteur privé. Quant au secteur privé, il a souvent du mal à identifier les compétences des universitaires.

Exploitants pétroliers Pourtant la formation d'astronome peut répondre avec un réel succès à la demande de cadres de nos sociétés modernes. En témoigne l'histoire de Colin McGill. Cet universitaire, qui a passé un doctorat de cosmologie à l'université d'Oxford, travaille désormais pour… British Petroleum. De la formation des grandes structures de l'Univers au pétrole, quel rapport ? Les modèles mathématiques utilisés pour caractériser la distribution des galaxies sont les mêmes que ceux permettant de comprendre la structure des corps sableux, leur influence sur le pétrole et la quantité d'or noir que l'on pourra en retirer. Colin McGill dirige désormais une équipe de 170 personnes qui s'occupe d'un projet

L'Année mondiale de l'astronomie nous l'a montré : cette science appartient à la culture universelle. En 2009, 148 pays ont participé à l'événement (ici, une exposition de l'AMA, à Santa Cruz, en Californie).

de plusieurs milliards de dollars pour l'exploitation du gaz en Algérie, comme il le raconte dans le livret de la RAS : *"Les personnes avec une formation en astronomie aiment découvrir de nouvelles choses et s'attaquer à de nouveaux défis.* [...] *Elles sont douées pour les mathématiques, pensent logiquement et peuvent résoudre des problèmes complexes."* Autant de qualités dont BP bénéficie aujourd'hui.

Politiques climatiques Un astronome peut également être utile aux missions d'un État. Ainsi après avoir travaillé vingt ans dans l'informatique industrielle, Pete Newman décide de devenir docteur en astronomie et se consacre à l'observation des quasars, puis au programme Sloan Digital Sky Survey. En 2005, il quitte le monde de la recherche après treize années consacrées à cette passion. Grâce à ses compétences en mathématiques, modélisation, simulation et analyse de données, il rejoint ce qui est à présent l'Agence britannique pour la gestion des frontières (qui s'occupe de l'immigration, des permis de séjour, etc.). En 2007, il codirige les équipes chargées de délivrer des modèles, des prévisions et des analyses nécessaires au fonctionnement de l'agence. Aujourd'hui, il travaille pour le programme Adapting to Climate Change, où sa formation scientifique lui permet de collaborer étroitement avec les climatologues et de peser sur la politique britannique.

Physiciens médicaux Dans le domaine de la santé, Sébastien Leygnac, docteur de l'université Paris-Sud, a travaillé plusieurs années sur la manière dont le rayonnement interagit avec la matière au cours d'une onde de choc très rapide. Les supernovae ou les jets d'étoiles jeunes sont de bons exemples de tels chocs. Grâce aux connaissances qu'il a acquises sur les milieux ionisés et le transfert de rayonnement, il a pu se lancer dans une formation de physicien médical. Son futur métier devrait le conduire à vérifier les appareils d'imagerie dans le but de s'assurer que les patients recevront une dose minimale de radiations pour une qualité d'image suffisante. Il pourra aussi faire de la recherche en collaboration avec des médecins afin de tester de nouveaux protocoles et méthodes d'imagerie. *"L'esprit critique et l'utilisation de la physique que j'ai acquis au cours de mes recherches en astronomie font que j'ai plus de recul sur la pratique de la physique médicale que quelqu'un sortant tout juste de l'université"*, analyse Sébastien Leygnac.

DR

ESA

DR

Caméras CCD sensibles aux rayons X pour l'aéronautique, systèmes GPS adaptés à l'agriculture, imagerie médicale issue des recherches faites pour les grands télescopes (de haut en bas), wi-fi... : les exemples de transferts de technologie issus de la recherche en astronomie sont nombreux.

Culture astro

Parce qu'elle s'interroge sur la question de nos origines, l'astronomie est universellement présente dans toutes les cultures. C'est souvent elle qui, par son côté mystérieux et spectaculaire, va attirer les jeunes vers les sciences.

Écoliers astronomes Le rapport de la RAS montre que le Royaume-Uni l'a bien compris. Avec la National Schools' Observatory (NSO), il permet aux élèves d'observer le ciel avec le Liverpool Telescope, aux Canaries, un télescope automatisé utilisé par les astronomes professionnels. Mille deux cents écoles sont ainsi membres de la NSO et plus de 17000 demandes d'observations ont été acceptées. Quant à l'observatoire royal de Greenwich, près de Londres, il accueille chaque année plus de 14000 élèves de 5 à 19 ans, dans le cadre d'un programme d'éducation en astronomie.

Géographie cosmique En dehors du cadre scolaire, les clubs d'astronomie, les musées scientifiques et des manifestations contribuent aussi à l'enrichissement culturel par l'astronomie. Ainsi l'Année mondiale de l'astronomie en 2009 a impliqué 148 pays. Rien qu'en France pendant les "100 heures d'astronomie", qui se sont déroulées sur tout le territoire du 2 au 5 avril 2009, ce sont plusieurs dizaines de milliers de personnes qui ont eu l'occasion de regarder dans des télescopes, donnant du sens aux mots "étoile", "planète", "galaxie" et les ancrant un peu plus dans la culture collective et surtout dans celle, plus personnelle, de ces observateurs d'un soir qui n'oublieront jamais le spectacle auquel ils ont assisté. Quant aux clubs d'astronomes amateurs, ils permettent à tous les passionnés de découvrir les étoiles partout où cela est possible. Une bonne raison de militer pour la nuit noire afin d'élargir leurs zones d'action et que chacun puisse en profiter.

Vulgarisation d'idées complexes À un niveau mondial et touchant un plus large public, les industries du cinéma, du jouet ou du jeu vidéo permettent aux idées les plus complexes de l'astronomie de pénétrer la culture populaire de manière simple. *"La science-fiction a clairement favorisé la diffusion d'un certain nombre d'idées ou de concepts importants, tels le voyage dans l'espace, les trous noirs ou encore l'existence d'exoplanètes, notamment celles portant la vie"*, explique Roland Lehoucq, astrophysicien au CEA. Avec quelques nuances cependant. *"La science-fiction, comme l'astronomie, produit des images. Mais parfois, elles sont si fortes (le trou noir avale-tout, par exemple) qu'elles remplacent celles de la science par quelque chose qui n'a plus rien de scientifique. Le but du cinéma n'est bien sûr pas la vulgarisation, mais la production d'une histoire intéressante et/ou spectaculaire."* C'est ainsi que l'astronomie se fait une place parmi notre culture qui bien souvent l'enjolive pour faire rêver le plus grand nombre. Regrettable ? Pas si sûr !

Science citoyenne Cette culture onirique de l'astronomie est en grande partie à l'origine de la réappropriation de la science par le citoyen. Non plus seulement par ses impôts, mais en contribuant directement à la recherche grâce aux réseaux de calculs partagés. Des millions de personnes à travers le monde mettent à disposition des chercheurs du temps de calcul sur leur ordinateur personnel, pour contribuer à détecter des ondes gravitationnelles avec le logiciel Einstein@Home ou des signaux extraterrestres avec SETI@Home. Ainsi, parce que l'astronomie nourrit la culture populaire, elle se voit nourrie à son tour par le peuple.

De la technologie à la culture en passant par la formation, l'astronomie est nécessaire à cette société de l'innovation qui peine à éclore. Elle est plus qu'une rêverie ou qu'une science de luxe pour pays développés. L'initiative de la Royal Astronomical Society est là pour le rappeler. À quand des initiatives similaires dans toute l'Europe !

(1) Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory.

(2) L'European Extremely Large Telescope (E-ELT) est un projet de télescope de 42 m de diamètre, mené par l'Observatoire européen austral (ESO).

Courtesy R.Kriegler and Nani Morell