

Hubble : sursis pour une star ?

En attendant la future génération d'instruments qui remplaceront le télescope spatial *Hubble*, espérons que la NASA reviendra sur sa décision de l'abandonner.



Le télescope spatial *Hubble* est le plus populaire de tous les instruments d'astronomie : plus d'un million d'internautes par mois admirent ses images. Il vit peut-être pourtant ses derniers mois. Lancée par la navette spatiale américaine le 24 avril 1990, cette mission américano-européenne vient de fêter ses 15 ans en orbite. Suite aux réorientations politiques et budgétaires survenues à la NASA, l'Agence américaine envisage de mettre un terme à la mission du télescope spatial. Si la maintenance n'est plus assurée, *Hubble* sera mis hors service en 2007, mais il peut être victime d'une panne à tout moment. La communauté scientifique internationale perdrait alors un instrument inestimable.

Au cours des années 1970, la NASA et l'Agence spatiale européenne (ESA) ont conclu une coopération pour construire un télescope spatial de 2,4 mètres de diamètre. L'ESA a été associée au développement du télescope (réalisation des panneaux solaires et du mécanisme de déploiement, développement de la caméra pour les objets peu lumineux), aux opérations de maintenance et à l'exploitation des données. Depuis le début des années 1980, une quinzaine de scientifiques européens participent ainsi à plein-temps aux activités scientifiques liées à *Hubble* à l'Institut du télescope spatial implanté à l'Université Johns Hopkins, à Baltimore.

Prévu pour rester 15 ans en orbite, *Hubble* a été maintenu en état et amélioré grâce aux visites régulières d'équipes d'astronautes américano-européennes. Au cours de quatre visites, les astronomes ont corrigé l'erreur de fabrication du miroir principal qui rendait le télescope quasi inutilisable, renouvelé certains équipements, notamment les panneaux solaires, et installé des instruments plus performants. Ces interventions spectaculaires ont non seulement presque décuplé les capacités du télescope spatial, mais lui ont assuré une jeunesse rendue nécessaire par l'obsolescence d'une technique vieille de plus de 20 ans. Une cinquième mission, destinée à changer les gyroscopes et les batteries défectueuses et à ajouter de nouveaux instruments, était prévue en 2005.

L'accident de la navette *Columbia* a néanmoins stoppé ce programme et remis en question l'avenir du télescope spatial. Depuis ce drame, la NASA hésite à engager cette nouvelle mis-

sion. Le télescope risque donc de se trouver à l'abandon, ce qui suscite l'inquiétude de la communauté scientifique.

Ce n'est pourtant pas la première mission d'envergure à être mise hors service avant terme. Alors pourquoi tant d'émotion ? C'est que le succès scientifique de *Hubble* est considérable. De la taille de l'Univers aux planètes du Système solaire, en passant par les galaxies primitives, les étoiles à différents stades d'évolution, les trous noirs et les supernovae, la moisson d'observations est impressionnante dans tous les domaines de l'astronomie. Le succès populaire n'est pas moindre, résultat d'une politique de communication efficace : pas moins d'une quarantaine de personnes distillent les clichés les plus spectaculaires de toute l'histoire de l'astronomie.

Pourquoi alors mettre un terme à l'un des plus grands succès de la recherche spatiale ? Même après 12 ans de bon fonctionnement, la capacité de découverte de *Hubble* n'est pas tarie. Ne rien faire aujourd'hui revient à se priver à court terme d'une source d'observations unique et pour l'instant irremplaçable. Même si les grands télescopes terrestres ont été notablement améliorés, *Hubble* se trouve au-dessus de l'atmosphère, ce qui rend incomparables la qualité des images, les observations en lumière visible et ultraviolet et surtout les temps de pose (*Ultra Deep Field*, qui a révélé 10 000 nouvelles galaxies en 2004, a nécessité cinq mois de pose). Qui plus est, le successeur de *Hubble*, le *James Web Space Telescope* (JWST), doté d'un miroir de 6,50 mètres de diamètre, ne sera pas lancé avant 2012.

La NASA a perdu le goût du risque

Il conviendrait donc de maintenir *Hubble* en service aussi longtemps que son successeur ne pourra prendre le relais, soit au minimum sept ans. Mais comment ?

Depuis l'accident de la navette *Columbia*, la NASA a perdu le goût du risque. L'ancien administrateur Sean O'Keefe avait même décidé de ne plus envoyer d'astronautes vers *Hubble*, et, suite à cette décision, les ingénieurs de l'Agence américaine planchent sur un système de réparation entièrement robotisé. Pourtant, Michael Griffin, qui a succédé à S. O'Keefe en avril 2005, semble ne pas faire siennes les conclusions de son prédécesseur et n'exclut plus aucune

solution pour maintenir *Hubble* en état de fonctionnement. Il est vrai que le développement d'un robot est au moins aussi onéreux qu'une mission humaine. De plus, un robot peut présenter de graves inconvénients, car contrairement à un astronaute, il ne peut engager une intervention imprévue. La communauté scientifique internationale s'inquiète, et l'Académie des sciences américaine vient de recommander l'arrêt de la mission robotisée, privilégiant une mission humaine.

La NASA ne se trouve-t-elle pas d'ailleurs en pleine contradiction, alors que le président américain lui impose de s'engager dans l'exploration humaine de la Lune et de Mars ? L'envoi d'astronautes à des mois de distance de la Terre semble bien plus dangereux qu'une mission vers *Hubble*, plus proche de nous que ne l'est Marseille de Paris. Et si l'on peut confier à des robots les réparations « chirurgicales » de *Hubble*, quelle logique sous-tend l'envoi d'hommes pour explorer l'espace ?

L'Europe, de son côté, a déjà largement profité de la mission. La contribution financière de l'ESA était fixée à 15 pour cent du coût initial de *Hubble*, en échange d'une proportion égale du temps d'observation attribuée à la communauté scientifique européenne. Le coût de *Hubble* a depuis largement dépassé les budgets initiaux, atteignant plus de six milliards de dollars. Pour autant, l'ESA n'a pas dépensé plus de 10 pour cent de cette somme tout en conservant ses 15 pour cent de temps d'observation, ce qui rend ses éventuelles revendications peu légitimes. Certes, maintenir *Hubble* en fonctionnement, que ce soit à l'aide de robots ou d'astronautes, a un prix. Malheureusement, afin de ne pas drainer les crédits qu'il veut attribuer à son initiative d'exploration, le président Bush n'a attribué à la NASA que 93 millions de dollars pour cette opération, qui coûterait au moins dix fois plus selon les estimations officielles. Il faudra donc faire des choix.

Pour le moment, la NASA privilégie la station spatiale internationale (ISS), un autre projet international d'envergure menacé par l'arrêt des vols de la navette spatiale, et *Hubble* est considéré comme moins prioritaire. Qui plus est, certains astronomes, qui ne bénéficient pas directement des résultats de *Hubble*, s'opposent à toute mission de réparation financée aux dépens d'autres missions. C'est en particulier le cas du projet d'observation en rayons X *Constellation-X*, alors que ce type d'observation est pourtant assuré par les satellites XMM-Newton de l'ESA, et *Chandra* de la NASA.

Maintenir *Hubble* en fonctionnement jusqu'à la mise en service du JWST me semble pourtant être une priorité. L'ESA possède des missions d'observations en rayons X (XMM-Newton et XEUS), gamma (INTEGRAL) et infrarouges (*Herschell*), qui peuvent combler les besoins des astronomes du monde entier dans ces domaines pour les cinq à six années à venir. Le sursis de *Hubble* devrait logiquement être décidé par l'ensemble de la communauté scientifique internationale et par les agences spatiales impliquées en fonction de ces possibilités d'observations. La NASA réorganisera-t-elle sa planification et trouvera-t-elle les économies nécessaires pour donner vie encore quelques années à la plus populaire de ses missions ? Procéder différemment laisserait une page sombre dans l'histoire plutôt brillante de l'Agence américaine.

Roger-Maurice BONNET dirige l'Institut international des sciences spatiales, à Berne.

PRIX «GAGNA A. & Ch. VAN HECK» - 2006

PRIX «GAGNA A. & Ch. VAN HECK» - 2006

Domaine d'application :

Le Prix «Gagna A. & Ch. Van Heck» est destiné à récompenser un chercheur ou médecin dont les travaux auront contribué à la guérison d'un mal encore incurable à ce jour, ou d'une manière réelle et spectaculaire à la recherche d'une telle découverte.

Montant du Prix :
Le Prix s'élèvera à
75.000 euros

Candidatures :

Ce Prix triennal et international, décerné pour la deuxième fois en 2006, est réservé aux travaux présentés par un ou deux chercheurs.

Les candidatures doivent parvenir à la Secrétaire générale du Fonds National de la Recherche Scientifique, rue d'Egmont 5 à BE - 1000 Bruxelles (Belgique) **pour le 3 octobre 2005**. La personnalité qui introduit la candidature doit joindre à celle-ci un mémoire rédigé en anglais sur les mérites du (des) candidat(s).

Règlement :

Le règlement complet est à votre disposition au secrétariat du Fonds National de la Recherche Scientifique, rue d'Egmont 5 à BE - 1000 Bruxelles, Tél. : 32 (0)2.504.92.11, Tél. Prix : 32 (0)2.504.92.40, fax : 32 (0)2.504.92.92, e-mail : mairese@fnrs.be, site web : www.fnrs.be

Les intégrateurs mécaniques

Au XIX^e siècle, les ingénieurs effectuaient des calculs graphiquement, à l'aide de remarquables instruments de précision – que les ordinateurs ont supplantés il y a 50 ans à peine.

En 1675, à Londres, le cartographe écossais John Ogilby publie un recueil de cartes routières d'une précision inédite. L'atlas d'une centaine de pages, intitulé *Britannia*, offre une représentation étonnamment correcte des routes reliant les principales villes d'Angleterre et du pays de Galles.

C'est le fruit de deux ans passés par le cartographe et ses nombreux assistants à arpenter les chemins anglais en mesurant les distances à l'aide d'une simple roue en bois cerclée de fer munie d'un compteur de tours. Ogilby n'était sans doute pas le premier à exploiter cette idée, sur laquelle reposent encore aujourd'hui les compteurs kilométriques des voitures. On raconte qu'en 1668, l'abbé Jean Picard avait évalué la distance entre Paris et Amiens en comptant les tours de roue d'une charrette.

Peu importe la paternité de la méthode : de la roue d'arpenteur est née une famille d'instruments de calcul des longueurs et des surfaces, puis de résolution d'équations différentielles. Ces instruments, nommés intégrateurs mécaniques, ont connu leur heure de gloire à la fin du XIX^e siècle, et l'usage en a perduré jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, avant que les ordinateurs ne les supplantent. Retraçons-en l'histoire.

Mesurer la longueur d'une ligne droite est aisé : il suffit de reporter autant de fois que

nécessaire un mètre ou tout autre étalon de longueur sur la ligne. Un mètre ne peut cependant pas épouser parfaitement les sinuosités d'une ligne courbe. Pour mesurer la longueur des courbes sur le terrain, sur un plan ou sur une carte, les géomètres, les topographes ou les cartographes utilisaient dès le XVII^e siècle la roue d'arpenteur, ou curvimètre.

Ce système généralise l'observation évidente que lorsqu'on enroule un fil autour d'un cercle, sa longueur est égale à celle de l'arc de cercle correspondant. En suivant une courbe avec une roue constamment maintenue tangente à la courbe et sans glisser, on fait correspondre à tout instant les petits déplacements de la roue aux petits arcs de la courbe. L'angle de rotation total de la roue transcrit alors le cumul des longueurs des portions de la courbe. Le rayon de la roue n'intervenant que comme une constante multiplicative, le nombre de tours de roue effectués au terme du déplacement le long de la courbe donne sa longueur.

L'idée d'intégration se cache derrière cette méthode. Si l'on voit la courbe comme une suite d'arcs infiniment petits assimilables à de minuscules segments de droite, on obtient la longueur de la courbe en sommant les longueurs de ces segments infinitésimaux. Aux erreurs inhérentes à toute mesure physique près, la roue d'arpenteur est ainsi un instrument d'intégration exact, par comparaison avec une méthode approchée, telle celle qui consiste à planter des clous le long d'une courbe et à mesurer la longueur d'un fil tendu entre eux.

Découper les talus en tranches

Les roues d'arpenteur ont fleuri au XVIII^e siècle en Angleterre, sous le nom de *waywiser*, puis aux États-Unis, mais elles ont tardé à se répandre sur le continent européen. La mesure des longueurs n'est cependant pas le seul problème qu'ont dû affronter les ingénieurs. Les partages entre héritiers ou les calculs de l'impôt foncier ont depuis toujours nécessité l'évaluation de la superficie de terrains de forme complexe.

C'est toutefois dans la première moitié du XIX^e siècle que le calcul des surfaces prend une importance cruciale. Les

Smithsonian National Museum of American History



1. La roue d'arpenteur (ci-dessus, un modèle londonien du XVIII^e siècle) a longtemps servi à mesurer des distances : le nombre de tours de roue était enregistré par le compteur.