

## Des miroirs... liquides !

Il existe sur Terre et dans l'espace de nombreux télescopes. Mais leur construction apporte son lot de difficultés, notamment lors du polissage des miroirs, qui est long, difficile et coûteux, si l'on désire obtenir une optique de bonne qualité. De plus, les miroirs se déforment, par exemple sous l'effet de leur propre poids, ou à cause des variations de température. Alors, pourquoi ne pas inventer des miroirs légers et bon marché, ne nécessitant aucun polissage et offrant en outre l'avantage d'une forme parabolique parfaite ? La solution s'appelle : un miroir liquide !

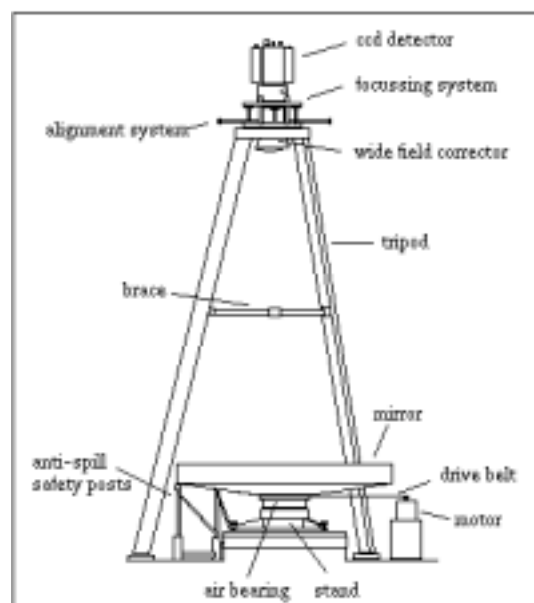


*Miroir liquide de 3,7m de diamètre.*

En effet, si l'on fait tourner un liquide selon un axe de rotation parallèle au champ gravitationnel terrestre, la surface de ce liquide épouse la forme d'une parabole parfaite. Et si le liquide est réfléchissant, vous avez votre miroir ! Le rayon de courbure du miroir, et donc sa focale, peuvent être réglés simplement avec une grande précision, en ajustant la vitesse de rotation du liquide.

En réalité, l'idée n'est pas neuve, et provient d'un certain R.W. Wood qui construisit au début du siècle le premier miroir liquide. Malheureusement, il ne put entraîner son système à une vitesse parfaitement constante, et des vibrations qui produisaient des rides à la surface du miroir, dégradent les performances optiques du système. Il obtint néanmoins une photographie du ciel... où les étoiles sont remplacées par des traits ! Eh oui, le miroir liquide ne peut pointer que le zénith, et on ne peut le déplacer pour compenser la rotation de la Terre. Les étoiles défilent devant son « œil » géant, et laissent une trace sur les plaques photographiques.

À cause de tous ces problèmes techniques, l'idée fut abandonnée pour n'être relancée qu'en 1982, grâce aux recherches de scientifiques du Mont Palomar. Pour résoudre ces problèmes, ils imaginèrent de bloquer le télescope Hale (5 m de diamètre) vers le zénith, tout comme les miroirs liquides. Ils arrivèrent cependant à compenser la rotation de la Terre par un simple mouvement du détecteur CCD d'Est en Ouest. Évidemment, cette technique de



*Schéma d'un télescope à miroir liquide.*

prise de vue limite la durée des temps de pose possibles. La quantité de lumière recueillie est donc très faible, mais les observations peuvent être « sommées » nuit après nuit, ce qui donne ainsi une grande sensibilité au télescope. Ce montage permet d'éviter l'emploi d'une monture et d'un dôme mobiles, coûteux par nature, en les rendant tout simplement inutiles ! Un simple trépied suffit pour supporter les correcteurs et détecteurs. Cette découverte, applicable directement aux miroirs liquides et résolvant leur plus gros inconvénient, a motivé de nouvelles expériences à leur sujet : E. Borra (Université de Laval) construisit successivement des miroirs liquides fonctionnels de 50 cm, 1 m puis 1,5 m de diamètre.

Que peut-on faire avec un télescope ne pouvant être pointé ailleurs que vers le zénith ? Pas mal de choses en fait, et plusieurs miroirs liquides sont déjà utilisés. Citons notamment celui de 2,7 m de P. Hickson (Colombie Britannique) employé en spectroscopie, celui de 3 m de la Nasa qui observe les petits débris de l'espace susceptibles d'abîmer les satellites, stations et autres navettes spatiales ; et aussi le miroir de 2,65 mètres, construit en Ontario occidental pour la météorologie : on envoie au zénith un puissant faisceau laser qui excite les particules composant l'atmosphère entre 30 et 110 km de hauteur. En observant grâce au miroir liquide le rayonnement émis par ces particules, on peut en déduire de précieuses informations sur la température et la densité atmosphériques. Cet observatoire d'un genre particulier est le plus sensible des récepteurs atmosphériques au monde. En outre, la parabole parfaite de ces miroirs peut aussi servir de référence lors de la construction et des tests des miroirs « classiques »...



*Le télescope à miroir liquide de 2,7 m de diamètre de l'UBC-Laval Observatory.*

Quant à l'astronomie, elle n'est pas oubliée. Les télescopes à miroir liquide peuvent permettre un recensement systématique des sources célestes, y compris les plus faibles. Entre autres, on pense les utiliser pour rechercher des quasars : en pointant ces télescopes près du Pôle galactique, 20 000 quasars de magnitude B inférieure à 24, dont 50 lentilles gravitationnelles, seraient découverts en moins de 6 semaines ! On pourrait ainsi affiner notre connaissance de ces phénomènes étranges, prévus par la relativité générale, que sont les lentilles et mirages gravitationnels.

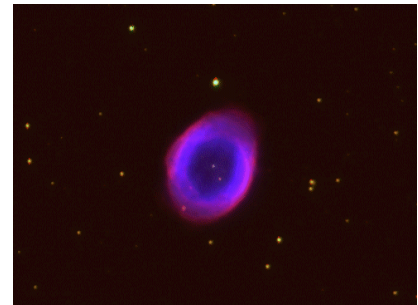
L'image d'une source lointaine, un quasar par exemple, peut être déformée et amplifiée à cause du champ gravifique d'un objet qui se trouve entre le quasar et nous. L'image est alors déformée, multipliée, et on peut « voir » plusieurs quasars à la place d'un seul (c'est par exemple le cas de la célèbre Croix d'Einstein). En mesurant les délais entre les différents trajets lumineux, on pourrait même en déduire la fameuse constante de Hubble  $H_0$ , dont la valeur donne lieu, aujourd'hui encore, à des batailles

homériques entre astronomes. Ces observations pourraient même être complétées, pour les sources les plus intéressantes et/ou les plus faibles, par le VLT.

En plus de ces objectifs « cosmologiques », on utilisera ces télescopes d'un genre nouveau pour détecter les galaxies peu lumineuses, telles les galaxies satellites en interaction avec des compagnons plus connus, les composantes inconnues des amas de galaxies, ainsi que pour le recensement des galaxies actives, repérées ici par leur émission bleue excessive.

Pas de problème, donc ? Tout cela peut paraître facile, mais c'est loin d'être le cas, surtout si les télescopes sont grands : il faut alors corriger la courbure terrestre qui impose des différences de distances focales entre les différentes parties du miroir. Les forces de Coriolis, dues à la rotation de la Terre, auront aussi des répercussions sur la qualité des images, heureusement pas trop gênantes. Mais surtout, il y a la turbulence de l'air ambiant, due au fait que les bords du miroir ont une vitesse plus élevée que le centre, qui dégrade les images. C'est un inconvénient majeur, mais heureusement une solution existe : n'utiliser que des couches de liquide minces. Bref, le temps des essais est déjà dépassé : on projette de construire un miroir liquide de 4 m à La Silla, où l'on aura accès au Centre galactique... Le Spatiopôle liégeois envisage aussi, grâce à N. Ninane, la commercialisation de ces télescopes !

Et après ? On voudrait aussi remplacer le mercure liquide utilisé jusqu'à présent par d'autres métaux, comme le gallium, plus léger, qui peut rester liquide pendant plusieurs semaines au-delà de  $-30^{\circ}\text{C}$  par surfusion. Un essai a d'ailleurs été mené à l'Université de Laval avec un miroir en gallium de 50 cm de diamètre.



*La célèbre nébuleuse M57 de la Lyre photographiée par le télescope à miroir liquide de l'UBC-Laval Observatory.*

Et puis... la conquête spatiale ! Ces miroirs légers pourraient fort bien prendre place sur la Lune ou en orbite ! Bien sûr, dans ce dernier cas, la gravité, élément essentiel à la formation de la parabole liquide, ne se fait pas sentir, mais il suffit de la remplacer par une accélération équivalente. Évidemment, le carburant est un peu cher et encombrant, mais on pourrait utiliser la poussée de voiles solaires ! Imaginez un télescope liquide de 1 km de diamètre, pointable à volonté, au-dessus de nos têtes !

Et si ce n'est qu'un rêve, la « révolution liquide » a déjà commencé. Les astronomes ne devront plus limiter leurs observations coûteuses sur les grands télescopes, ils disposeront de miroirs liquides personnels et bon marché, et ils choisiront eux-mêmes la durée d'observation. Les amateurs eux-mêmes pourront acquérir ces énormes télescopes pour une bouchée de pain ! Qui sait si le prochain instrument des Cercles Astronomiques Montois ne sera pas... liquide ?

Yaël Nazé