

GRAIN DE SCIENCE

# Comment espionner votre voisin galactique ?

Chaque mois, retrouvez une chronique consacrée aux sciences, et animée par Michel Boër, directeur de l'Observatoire de Haute-Provence et chercheur au CNRS. Découvrez une curiosité scientifique ou technique, ou tout simplement une réflexion de son auteur. Cette chronique peut également traiter d'un événement marquant, comme un colloque ou une rencontre avec une personnalité.

Je discutais, dans ma chronique du mois dernier, de la visibilité d'une pièce d'un euro à l'autre bout du Stade Vélodrome. Effectivement, l'œil serait bien incapable de distinguer un bouton de culotte à 100 m. Mais, me direz-vous, il suffit de prendre des jumelles ou un télescope!

Chacun sait que cet instrument vous permet, Messdames (Messieurs), de distinguer en grand détail votre voisin (voisine) de l'immeuble d'en face, dans sa salle de bain. À quarante mètres, un œil humain typique ne peut distinguer que des détails de l'ordre de quelques millimètres, un peu limite pour voir ledit voisin(e). Au bout d'un terrain de football (100 m), on ne distingue plus que 3 cm, et sur la Lune, nous ne pouvons voir les structures plus petites que 100 km.

C'est ce que l'on appelle le pouvoir de résolution, la capacité d'un système optique, l'œil par exemple, à distinguer les détails.

Celui-ci varie en fonction de la taille. Ainsi, alors que le diamètre de l'œil est de 3 mm environ, une paire de jumelles de 50 millimètres vous permettra de distinguer des détails d'un demi-millimètre à quarante mètres ou de 5 kilomètres sur la Lune.

Un télescope de deux mètres comme celui de l'Observatoire de Haute-Provence (OHP) pourra y apercevoir un terrain de foot (100 m), mais sûrement pas les joueurs dessus! Le Very Large Telescope (VLT) européen au Chili, qui fait 8 mètres de diamètre, pourra distinguer un détail de 30 mètres, soit un grand immeuble. Enfin, les grands télescopes en projet pour la prochaine décennie, comme l'Extremely Large Telescope (ELT) européen qui fera quarante mètres de diamètre, pourront distinguer des maisons de 12 mètres sur l'astre nocturne.

Peut-on aller plus loin, par exemple pour distinguer les détails de la surface d'une étoile, ou bien une planète qui tournerait autour ou la structure d'une lointaine galaxie?

Pour fixer les idées, plaçons le Soleil, 700 000 km de diamètre, à la distance de notre plus proche voisine, Proxima du Centaure, soit quarante mille milliards de kilomètres, ou 270 000 fois la distance entre la Terre et le Soleil. Pour pouvoir résoudre le Soleil à cette distance, c'est-à-dire voir sa surface autre-



Tests de l'hypertélescope CARLINA à l'Observatoire de Haute-Provence. Cet instrument préfigure les interféromètres astronomiques du futur qui permettront de voir les détails les plus infimes des galaxies, des étoiles et des planètes.  
Photo V. Ruffe - OHP/CNRS

ment que comme un point, il faudrait un télescope de 80 mètres, encore inaccessible à notre ingéniosité. Comment faire?

Si l'on ne sait pas fabriquer un télescope de plus de quarante mètres de diamètre, on sait construire plusieurs petits télescopes et les disposer sur un grand terrain, éloignés les uns des autres.

Afin de reconstituer l'image de l'étoile, on exploite alors une propriété de la lumière, qui est sa nature ondulatoire. Jetez un caillou dans l'eau: vous verrez des ondes se former concentriquement autour, des vaguelettes si vous préférez ce terme. Jetez maintenant deux cailloux, et vous verrez des petites vagues concentriques autour de chacun des cailloux. Cependant, là où les vagues se rencontrent, vous constaterez que parfois l'eau est plus haute, et à d'autres endroits qu'il n'y a pas de vague.

C'est ce que l'on appelle le phénomène d'interférence, qui fait que lorsque deux ondes se rencontrent, elles peuvent se « chevaucher » et former un ensemble plus important, ou au contraire se « détruire » et s'annuler. Ce phénomène existe aussi pour la lumière, et a été exploré dès le XIX<sup>e</sup> siècle. Il est couramment appliqué par les radars ce qui leur permet de distinguer des détails plus fins. Le très grand radiotélescope « Very Large Array » (VLA) aux États-Unis est constitué de 27 antennes paraboliques disposées sur un champ de 20 km de large.

En lumière visible, si le phénomène était connu depuis longtemps, il a fallu attendre les années soixante-dix pour qu'Antoine Labeyrie construise le premier interféromètre pour l'astronomie, avec une distance de 20 mètres. L'interféromètre américain IOTA consistait en 3 télescopes de 45 cm, qui pou-

vaient être éloignés de 40 mètres.

L'Observatoire Européen Austral (ESO) au Chili a développé le VLTI (Very Large Telescope Interferometer), sans doute le projet le plus ambitieux dans ce domaine, qui réunit les quatre télescopes de 8 mètres et des télescopes auxiliaires de 1,8 mètre de diamètre: cet ensemble a le même pouvoir de résolution qu'un télescope de 200 mètres de diamètre, et serait capable de voir des détails d'1 mètre sur la Lune. Avec un tel télescope, à la distance de Proxima du Centaure, on pourrait distinguer la Lune de la Terre (si on était capable de les détecter).

Tout cela semble simple sur le papier; mais l'interférométrie est encore une technique expérimentale, très difficile à mettre en œuvre en optique. Il faut que le trajet des rayons lumineux provenant des différents télescopes soit contrôlé avec une précision de l'ordre de quelques dixièmes de micromètres (0,001 mm). Cela est extrêmement difficile.

En ondes radio, où les interféromètres sont courants, c'est plus aisé car il suffit de gérer les antennes à quelques millimètres, voire quelques centimètres près.

Cela explique pourquoi il y a encore aussi peu d'interféromètres optiques. La recherche est très active dans ce domaine. Ainsi, à l'Observatoire de Haute-Provence, l'équipe d'Hervé Le Coroller développe un nouveau prototype d'interféromètre, appelé CARLINA. Son originalité est de placer des miroirs fixes au sol (au lieu de miroirs mobiles pour les autres interféromètres), et de placer le système de recombinaison des faisceaux au dessus d'eux. À l'OHP la nacelle est emportée par un ballon captif gonflé à l'hélium.

Ce système a pour avantage de permettre de régler une fois pour toutes les miroirs au sol, et pourrait ouvrir la voie à des interféromètres qui aurait des tailles kilométriques, voire plusieurs centaines de kilomètres s'ils étaient placés dans l'espace.

Ainsi, non seulement nous pourrions distinguer les détails des galaxies les plus lointaines, les étoiles, mais aussi voir des planètes proches de leur étoile, et savoir si elles peuvent abriter la vie.

Michel BOËR

## Pour en savoir plus :

Le projet CARLINA est présenté sur le site de l'OHP : <http://www.obs-hp.fr/~Carlina/cmsms/>

On trouvera sur le site d'Universciences un dossier sur le VLTI : <http://www.universcience.fr/fr/science-actualites/actualite-as/wl/1248100247105/vlti-un-interferometre-au-vlt/>

Si la saison d'été est finie, l'OHP reste ouvert au public les mercredis après-midi jusqu'au 2 novembre. Des horaires spécifiques sont prévus pour les scolaires toute l'année : renseignements au 04 92 70 65 40, ou par mail : [ohp.visites@oamp.fr](mailto:ohp.visites@oamp.fr)