

# Une visite à l'Observatoire de Haute Provence

Helmut Müller

*Le mercredi 17 mai 2006, nous avons eu la chance, mon épouse Mauricette et moi d'être reçus par Mme Nicole ISNARDON pour une visite « privée » de l'Observatoire de Haute Provence, pour laquelle M. Hervé Le COROLLER, jeune astronome attaché à l'Observatoire, nous a servi de guide. La visite, pour laquelle M. Le COROLLER nous a consacré plus de deux heures, a consisté essentiellement en la visite de l'atelier de réalisation de systèmes d'observation et de mesure conçus par le Laboratoire d'interférométrie stellaire et exoplanétaire (LISE), puis celle du télescope de 152 cm. Elle a donné lieu à une conversation très intéressante sur pas mal de sujets et surtout le projet en cours de M. Le COROLLER : un démonstrateur d'interféromètre imageur, base de l'hypertélescope.*

*Le présent document est un résumé commenté des principaux thèmes de cette conversation.*

## **Le projet Carlina**

Depuis 1995, année de la découverte à l'Observatoire de Haute Provence (OHP) de la présence d'une planète autour de l'étoile *51 Pégase* par *F. Mayor* et *D. Queloz*, l'un des sujets qui excite l'imagination des astronomes aussi bien que du grand public est celui des exoplanètes : existe-t-il dans l'univers d'autres systèmes solaires semblables au nôtre, avec des planètes susceptibles d'abriter la vie ? Jusqu'à présent, on ne connaît que deux méthodes indirectes pour mettre en évidence la présence de planètes autour d'une étoile :

- la variation cyclique de la valeur de l'effet Doppler dans la lumière reçue de l'étoile (« *vélocimétrie radiale* »), due au fait que le couple étoile-planète, gravitant autour de son centre de gravité distinct du centre de l'étoile, provoque des oscillations de la vitesse à laquelle l'étoile se déplace par rapport à nous.
- l'occultation de l'étoile quand sa planète passe devant elle (« *transit photométrique* ») : la planète intercepte une faible fraction (de l'ordre du pour cent) de la lumière qui nous parvient de l'étoile.

On en découvre ainsi en moyenne une quinzaine chaque année.

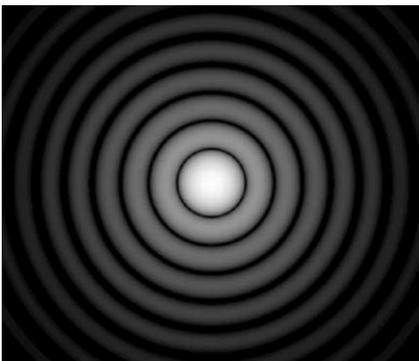
Mais ces méthodes ne sont applicables que dans les cas rares où nous nous trouvons à peu près dans le plan de l'orbite de la planète, c'est-à-dire où nous voyons l'orbite « par la tranche ». En outre, la planète doit avoir une taille et une masse suffisantes (disons de l'ordre de celle de Jupiter) et être proche de son étoile, pour que les effets soient détectables<sup>1</sup>. Il est peu probable que les conditions à la surface d'une telle planète soient favorables au développement de la vie.

Il serait donc bien plus satisfaisant pour l'esprit d'avoir un moyen d'observer directement les exoplanètes, en particulier celles de taille, masse et composition voisines de celles de la terre. Le défi est formidable : d'une part on ne dispose pas de télescopes géants qui sépareront l'image de la planète de celle de son étoile, et d'autre part, la planète est un ver luisant placé dans la lumière

---

<sup>1</sup> Si la planète est relativement très éloignée de l'étoile, on a moins de chances d'observer une occultation : elle passe « au-dessus » ou « en-dessous » de l'étoile si l'orbite n'est pas vue précisément par la tranche. En cas de grande orbite de la planète, le centre de gravité commun est plus éloigné du centre de l'étoile, ce qui accroît l'amplitude des oscillations du mouvement de celle-ci, mais cet effet est compensé par la diminution de leur fréquence du fait d'une plus longue période de révolution.

aveuglante d'un phare : sa luminosité est peut-être un milliard de fois plus faible que celle de l'étoile.



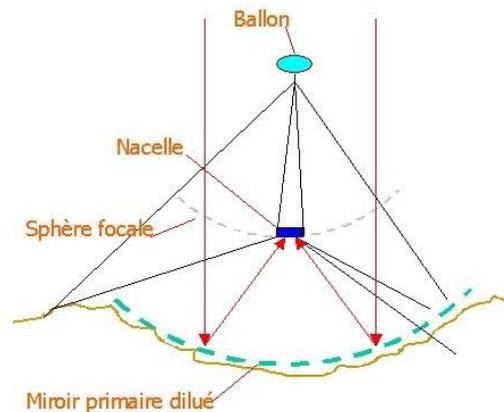
Tache d'Airy

Les étoiles sont trop éloignées pour fournir une image autre que ponctuelle. Les télescopes rendent cette image sous la forme d'une « tache de diffraction ou tache d'Airy » constituée d'un disque central entouré d'un certain nombre d'anneaux dont la luminosité décroît avec leur diamètre. Les images de deux objets très rapprochés sont donc des taches de diffraction qui se chevauchent et se brouillent mutuellement plus ou moins. Il existe donc un écart minimum entre deux objets en-dessous duquel leurs images se confondent et ne peuvent plus être séparées. Cet écart, le « pouvoir séparateur ou pouvoir de résolution » d'un télescope, dépend de deux caractéristiques de l'instrument :

- le diamètre de son miroir principal, qui détermine la petitesse de l'ensemble de la tache de diffraction
- sa faculté à concentrer l'énergie lumineuse dans le disque central au dépens des anneaux, de sorte à réduire le brouillage entre deux taches très voisines.

Les télescopes classiques, dont le miroir est d'une seule pièce, ne pourront guère aller au-delà de leur taille actuelle, de l'ordre de la dizaine de mètres de diamètre, pour des raisons technologiques et mécaniques. Mais si l'on veut espérer voir des exoplanètes, la taille du miroir doit être 100 ou 1000 fois plus grande ou davantage. Heureusement, ce miroir peut être « dilué », c'est-à-dire qu'on peut saupoudrer un plus ou moins grand nombre de petits miroirs indépendants sur la surface théorique d'un immense miroir virtuel, tout en conservant le pouvoir de résolution (principe de l'hypertélescope de l'astronome français Antoine Labeyrie).<sup>2</sup>

Le projet **Carlina** (de *carlina acanthifolia*, nom d'une plante commune en Haute Provence) consiste en l'étude et la réalisation de tels télescopes sur le sol terrestre, tout en envisageant des projets futurs dans l'espace et sur la lune. Sur terre, ils seraient installés dans des sites de bonne qualité astronomique, dans une cuvette de forme proche de la surface théorique du miroir virtuel, le cratère d'un ancien volcan par exemple. La réalisation pratique d'un tel télescope présente quelques difficultés : l'alignement des petits miroirs sur la surface théorique doit être précis au micromètre près, le « miroir virtuel » renvoie le faisceau lumineux vers le ciel, où il faut l'intercepter avec un dispositif optique immobilisé à grande altitude. La maquette réalisée à l'OHP résout ce problème en accrochant cette optique à un ballon. L'utilisation d'un miroir principal fixe pose quelques problèmes : seule une partie limitée du ciel est accessible du fait que l'appareil n'est pas orientable, et le suivi d'un objet ne peut se faire que pendant un temps limité (deux heures environ) pendant que sa direction n'est pas trop éloignée de l'axe optique.



Principe de l'hypertélescope

<sup>2</sup> Ce nombre est évidemment d'au moins 2. On pourrait imaginer utiliser deux grands télescopes très distants (ex : OHP – Pic du Midi). Ceci est irréalisable en pratique, car les signaux doivent être combinés avec leur phase réelle, donc en temps réel, avec des chemins optiques égaux ; il faut donc une liaison optique directe entre les télescopes avec un système de recombinaison à mi-chemin (l'information de phase est impossible à enregistrer dans le domaine des fréquences optiques avec les techniques actuelles).

Un miroir « dilué » fournit une tache de diffraction dont la répartition de l'énergie lumineuse entre le disque central et les anneaux est médiocre, du fait de la faible dimension des petits miroirs élémentaires par rapport à la distance qui les sépare. La technique dite de « *densification de la pupille* » procure une amélioration substantielle de ce rapport et donc une meilleure concentration de la lumière dans le disque central. Une combinaison de cette technique avec un masquage coronographique permet « d'éteindre » la lumière en provenance d'une étoile pour pouvoir observer les objets très peu lumineux de son environnement immédiat.

## Le télescope de 152 cm



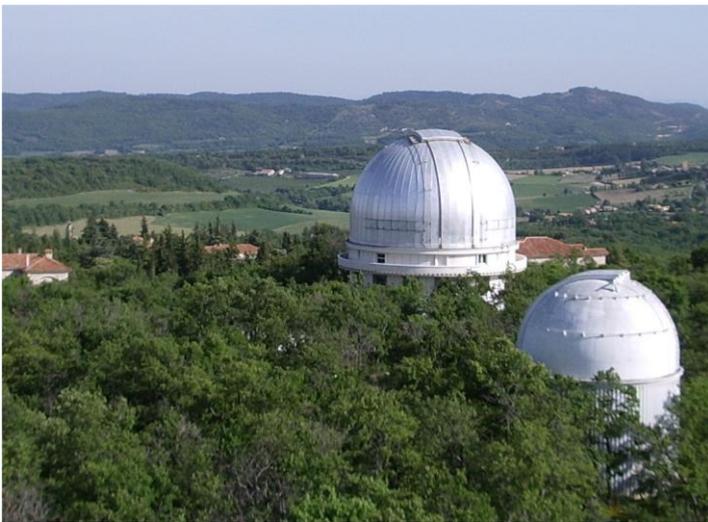
La visite de ce télescope n'est habituellement pas proposée au public, car il est moins impressionnant que le 193 cm (même s'il est plus récent d'une dizaine d'années) et offre beaucoup moins d'espace sous sa coupole pour accueillir les visiteurs. Mis en service en 1969, il est une copie pratiquement à l'identique du télescope de 152 cm de l'ESO à La Silla. De sa plate-forme il offre une vue magnifique sur les autres coupoles de l'Observatoire et les montagnes environnantes.

Comme son grand frère, il est accompagné d'une horloge à



double cadran qui donne simultanément l'heure universelle et l'heure sidérale.

Le temps universel est le temps solaire : il s'écoule 24 heures entre deux passages consécutifs du soleil au méridien (du moins ce serait précisément le cas si l'orbite terrestre était un cercle parfait ; comme



La coupole du 193 cm vue de la plate-forme du 152 cm

c'est une ellipse, le soleil est toujours un peu en avance ou un peu en retard sur l'heure théorique ; cette différence en fonction de la date est appelée *équation du temps*, il faut en tenir compte quand on lit l'heure sur un cadran solaire).

Le tour de la terre autour du soleil fait qu'en un an la terre fait un tour de plus sur elle-même par rapport aux étoiles (366,24 tours) que par rapport au soleil (365,24 tours). Le jour sidéral, celui qui intéresse les astronomes pour pointer leurs instruments, est donc plus court que le jour solaire d'une fraction  $1/365,24$ , soit de 4 minutes environ. Si l'on divise le jour sidéral en 24 heures sidérales,

l'heure sidérale sera plus courte que l'heure solaire d'environ 10 secondes. Au cours de l'année, il y aura donc un décalage entre les deux heures qui croîtra de zéro, à l'équinoxe de printemps (21 mars), à 24 heures, à l'équinoxe de printemps suivante, en passant par 12 heures à l'équinoxe d'automne (21 septembre). Ce décalage est de deux heures par mois environ. Le 17 mai 2006, jour de notre visite à l'OHP, l'heure sidérale avait donc pris un peu moins de 4 heures d'avance sur l'heure solaire.

## Liens Web

Site de l'OHP : <http://www.obs-hp.fr>

Hervé le COROLLER : <http://www.obs-hp.fr/~coroller/index.html>

Télescope de 152 cm : <http://www.obs-hp.fr/www/guide/t152-doc.html>

## Bibliographie

FOSSÉ, David

Projet Carlina, *Ciel & Espace* 10/2005

DEJONGHE, Julien

[The CARLINA Hypertelescope Project](#), *OHP*

IENNA, Florence

Construction d'un interféromètre imageur à ballon d'hélium,

*Stage de maîtrise de physique, Université de Provence, Marseille, 2003*

MARTINACHE, Frantz

Reconfiguration de pupille pour la haute résolution angulaire,

*Thèse de doctorat, Université de Provence, 2005*