

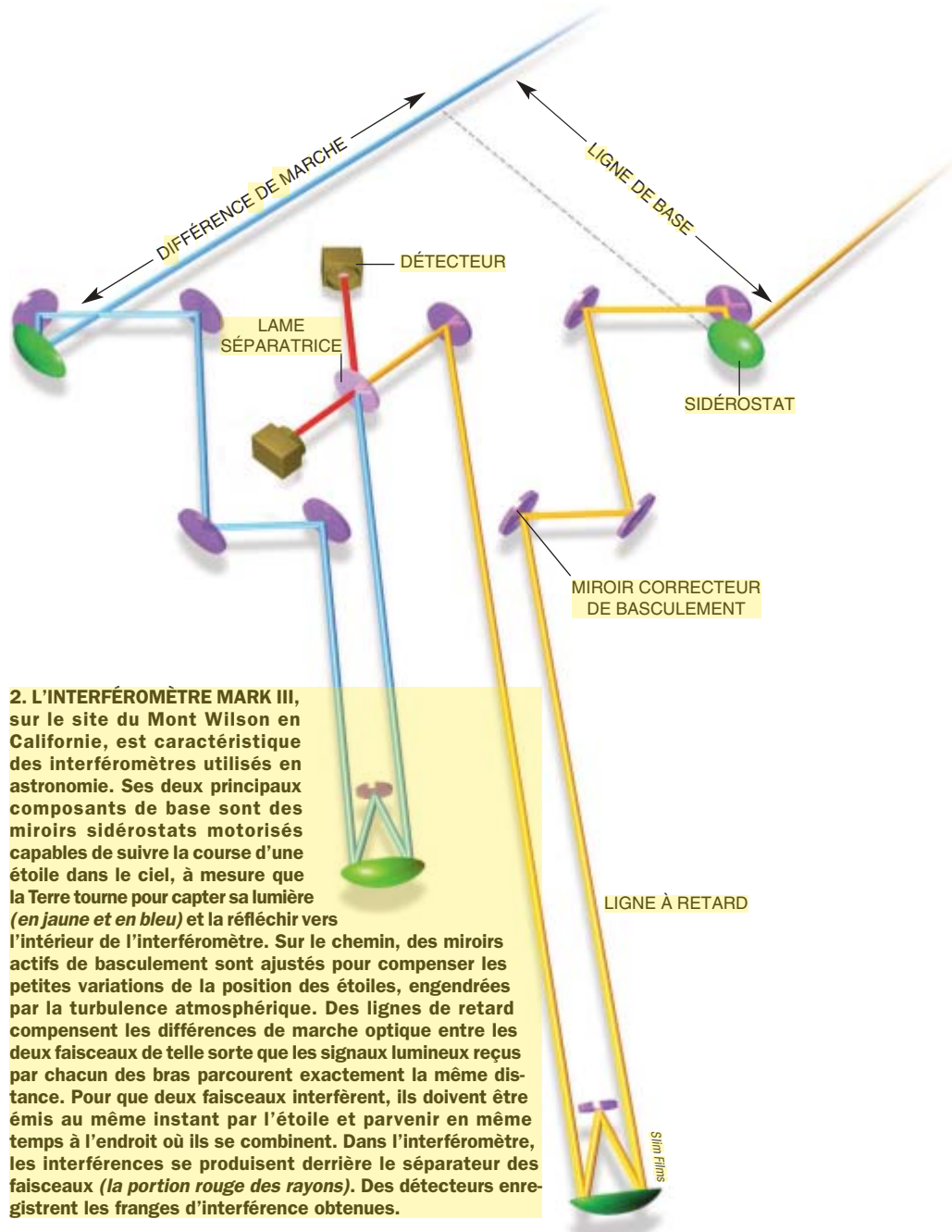
surface de Bételgeuse, et distinguer de nombreuses autres étoiles brillantes. En pratique, il n'en est rien à cause de la turbulence de l'atmosphère.

En fait, les astronomes sont dans la situation de quelqu'un qui tenterait de lire un message inscrit au fond d'une piscine. Quand la surface est parfaitement calme, on lit facilement le message. En revanche, quand le vent ride la surface, on ne peut déchiffrer les ondes lumineuses distordues qui parviennent du fond.

Dans l'espace, au-dessus de l'atmosphère, les ondes lumineuses issues des étoiles se propagent en ligne droite. Les fronts d'onde, c'est-à-dire les surfaces pour lesquelles l'onde a parcouru une distance identique depuis la source, sont perpendiculaires à la direction de propagation. Le défilement de l'onde équivaut à celui d'une liasse de feuilles de papier immaculées. Malheureusement, ces pages, où sont inscrits des fragments de l'histoire de l'Univers, sont froissées dès qu'elles pénètrent dans l'atmosphère. Les turbulences de l'atmosphère déforment les ondes à la façon d'une feuille de papier chiffonnée que l'on aurait tenté de défroisser avec la paume de la main.

Une fois que l'onde a traversé l'atmosphère, tout se passe comme si celle-ci était constituée d'un ensemble de facettes planes inclinées dans diverses directions. Dans le domaine des longueurs d'onde visibles, ces surfaces ont une taille comprise entre 5 et 20 centimètres suivant le temps et le vent, de sorte qu'un télescope de 10 mètres en reçoit quelques milliers. Les sections qui ont la même inclinaison se combinent en une même tache de l'étoile observée, nommée tavelure. Le résultat est une image mouchetée, dont les taches – les tavelures – bougent en permanence en fonction des modifications incessantes de l'atmosphère. Quand le temps de pose est supérieur à une fraction de seconde, l'image d'une étoile devient floue. L'effet de la turbulence est si important, que même dans des conditions atmosphériques très calmes, l'image que livre un télescope de 10 mètres est presque aussi floue que celle d'un télescope de 15 centimètres.

Les astronomes s'affranchissent de la turbulence atmosphérique grâce à la «*interférométrie des tavelures*» ; cette technique consiste à réduire les temps de pose à moins d'un centième de seconde, de façon à figer les tave-



2. L'INTERFÉROMÈTRE MARK III, sur le site du Mont Wilson en Californie, est caractéristique des interféromètres utilisés en astronomie. Ses deux principaux composants de base sont des miroirs sidérostats motorisés capables de suivre la course d'une étoile dans le ciel, à mesure que la Terre tourne pour capter sa lumière (en jaune et en bleu) et la réfléchir vers l'intérieur de l'interféromètre. Sur le chemin, des miroirs actifs de basculement sont ajustés pour compenser les petites variations de la position des étoiles, engendrées par la turbulence atmosphérique. Des lignes de retard compensent les différences de marche optique entre les deux faisceaux de telle sorte que les signaux lumineux reçus par chacun des bras parcourent exactement la même distance. Pour que deux faisceaux interfèrent, ils doivent être émis au même instant par l'étoile et parvenir en même temps à l'endroit où ils se combinent. Dans l'interféromètre, les interférences se produisent derrière le séparateur des faisceaux (la portion rouge des rayons). Des détecteurs enregistrent les franges d'interférence obtenues.

lures. Les astronomes ont ainsi réussi à mesurer des orbites d'étoiles binaires. Toutefois, l'obtention de bonnes images reste en pratique d'une grande difficulté.

Une autre technique, l'optique adaptative, nécessite des capteurs qui mesurent les distorsions de l'onde incidente et les transmettent à un ordinateur. Ce dernier calcule les distorsions qui compensent au mieux celles de l'onde, puis transmet les ordres nécessaires au miroir déformable. Le miroir déformable est réajusté environ toutes les millisecondes. Ce procédé est très performant, car il crée des images nettes dont la résolution est proche de la limite théorique fixée par l'ouverture du télescope.

Toutefois, ces performances sont insuffisantes pour que l'on mesure la

taille d'une étoile à partir de son image prise au télescope. Même si l'on parvenait à compenser parfaitement l'effet de la turbulence atmosphérique, un télescope de 10 mètres de diamètre ne distinguerait que quelques dizaines d'étoiles, celles dont le diamètre est de l'ordre de quelques centièmes de secondes d'angle. Pour évaluer le diamètre des seules étoiles visibles à l'œil nu (les plus proches ou les plus grosses), nous devrions construire un télescope dont le miroir aurait un diamètre de 500 mètres. Un tel miroir géant, construit avec une précision d'une fraction de micromètre, porté par une structure qui ne déformerait pas le miroir et qui orienterait le télescope vers l'étoile étudiée, n'est envisageable ni sur le plan technique ni sur le plan financier !