

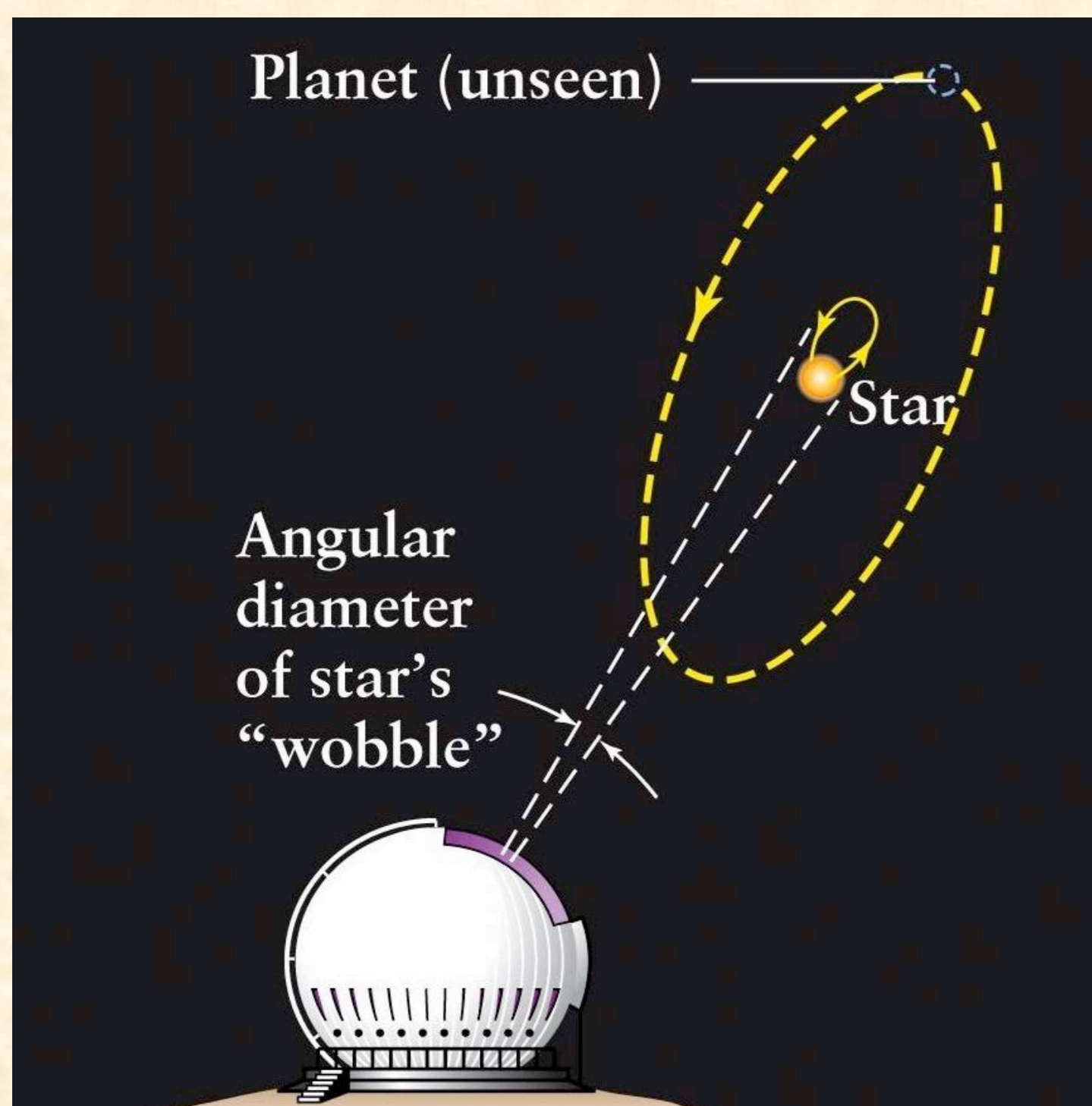
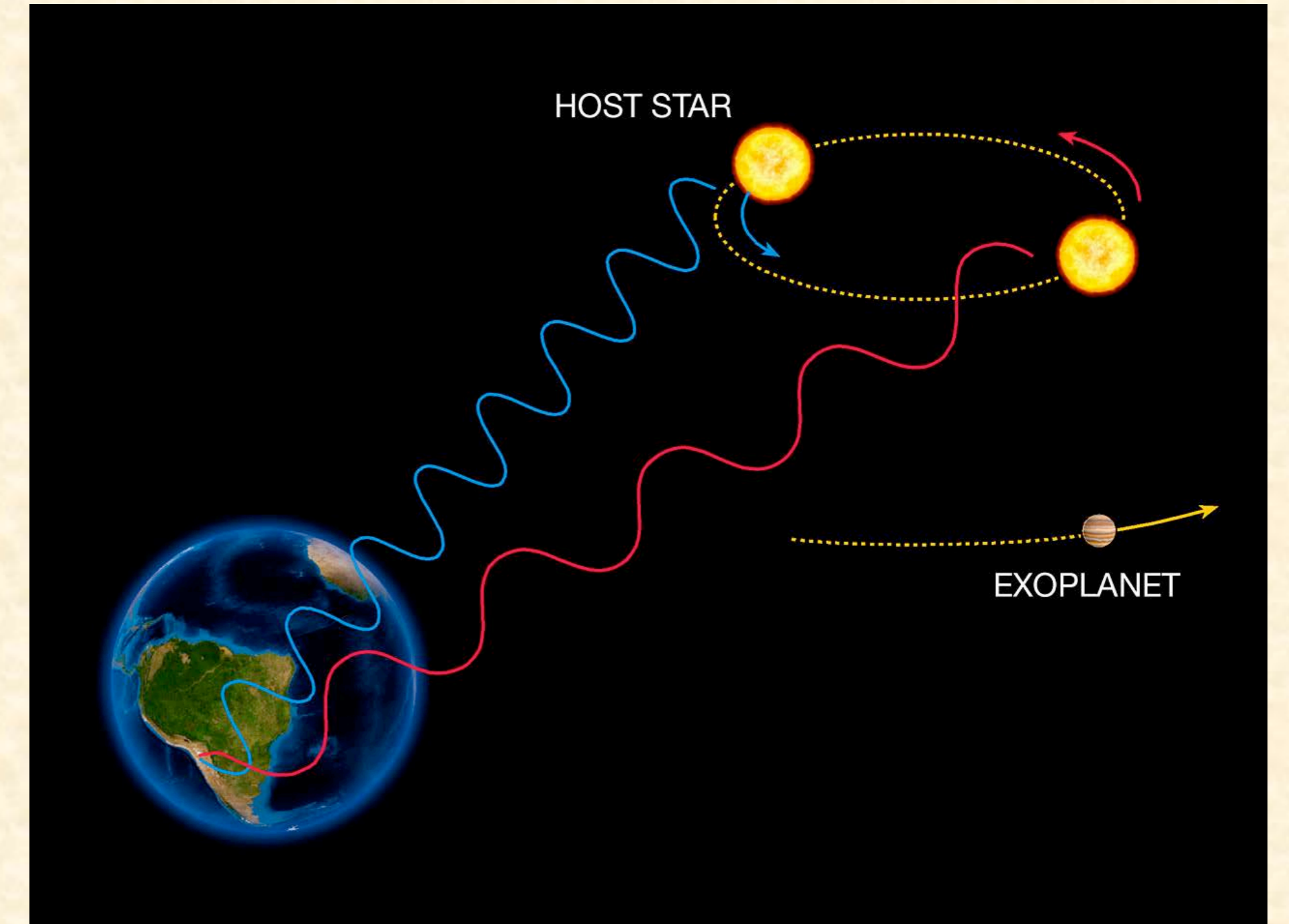
Exoplanètes – Les techniques de détection indirecte

Exoplanets – Indirect detection techniques

Technique des vitesses radiales / *Radial Velocity method*

Des spectrographes tels qu'ELODIE ou SOPHIE mesurent la vitesse des étoiles dans la direction de l'observateur à un moment donné. Si une exoplanète gravite autour d'une étoile, la vitesse de celle-ci va osciller au cours du temps avec une période égale à celle de la révolution de l'objet. La mesure de vitesse radiale est basée sur l'effet Doppler-Fizeau qui relie la vitesse d'un astre au décalage en longueur d'onde de son spectre. Cette mesure permet d'accéder à la masse minimale d'une planète, son demi-grand axe et son excentricité. Les meilleurs instruments au monde, incluant SOPHIE, permettent de mesurer les variations de vitesse des étoiles avec une précision de seulement quelques km/h.

Spectrographs such ELODIE or SOPHIE measure the speed of stars in the direction of the observer at a given time. If a planet orbits a star, the speed oscillates in time with a period equal to the revolution period of the object. The radial velocity measurement is based on the Doppler-Fizeau effect which connects the speed of a body to shift in wavelength of its spectrum. This measurement permits to derive the minimum mass of a planet, its semi-major axis and its eccentricity. The best instruments in the world, including SOPHIE, are able to measure changes in star velocity with an precision of only a few km/h.



Technique de l'astrométrie / *Astrometry method*

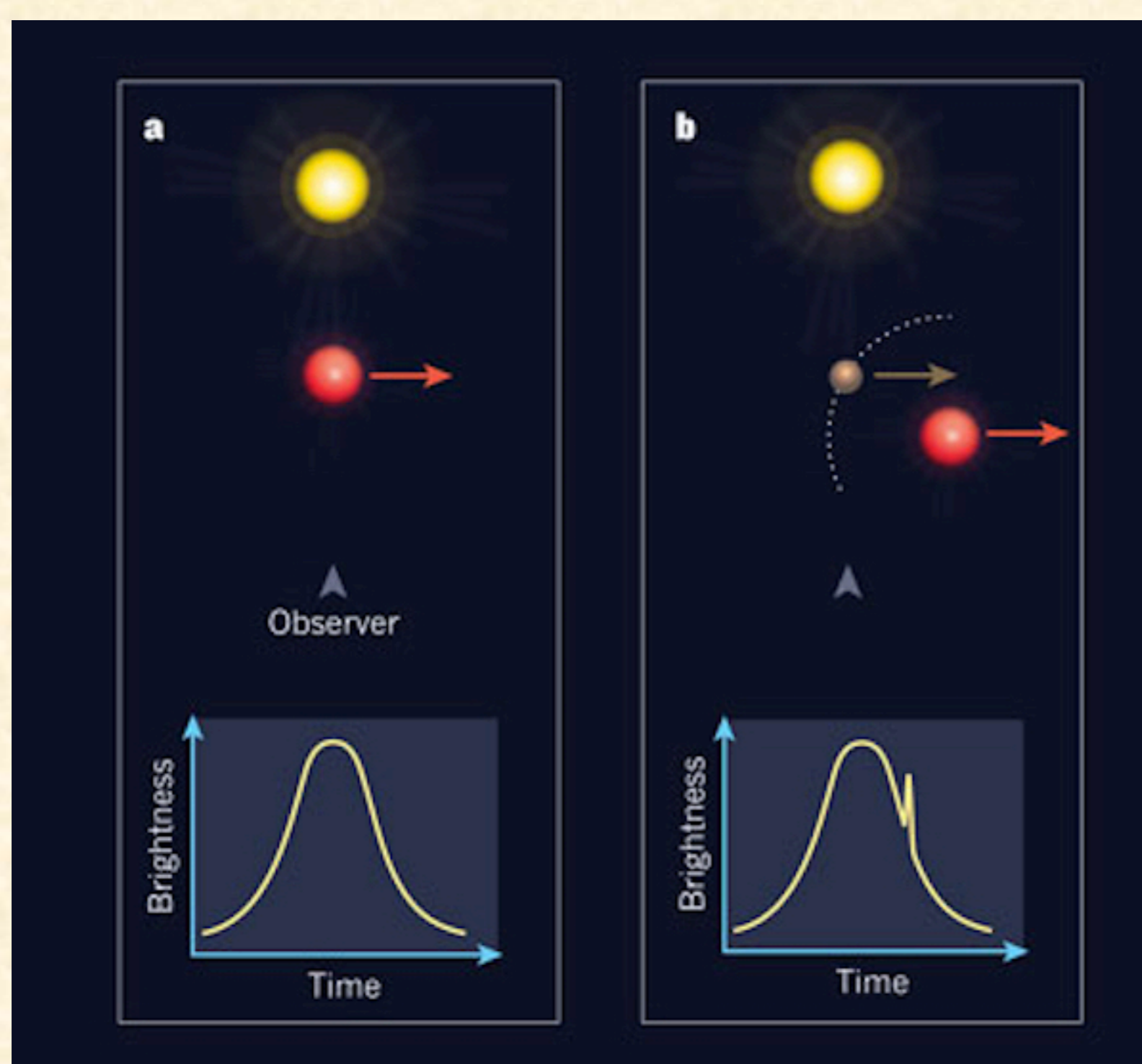
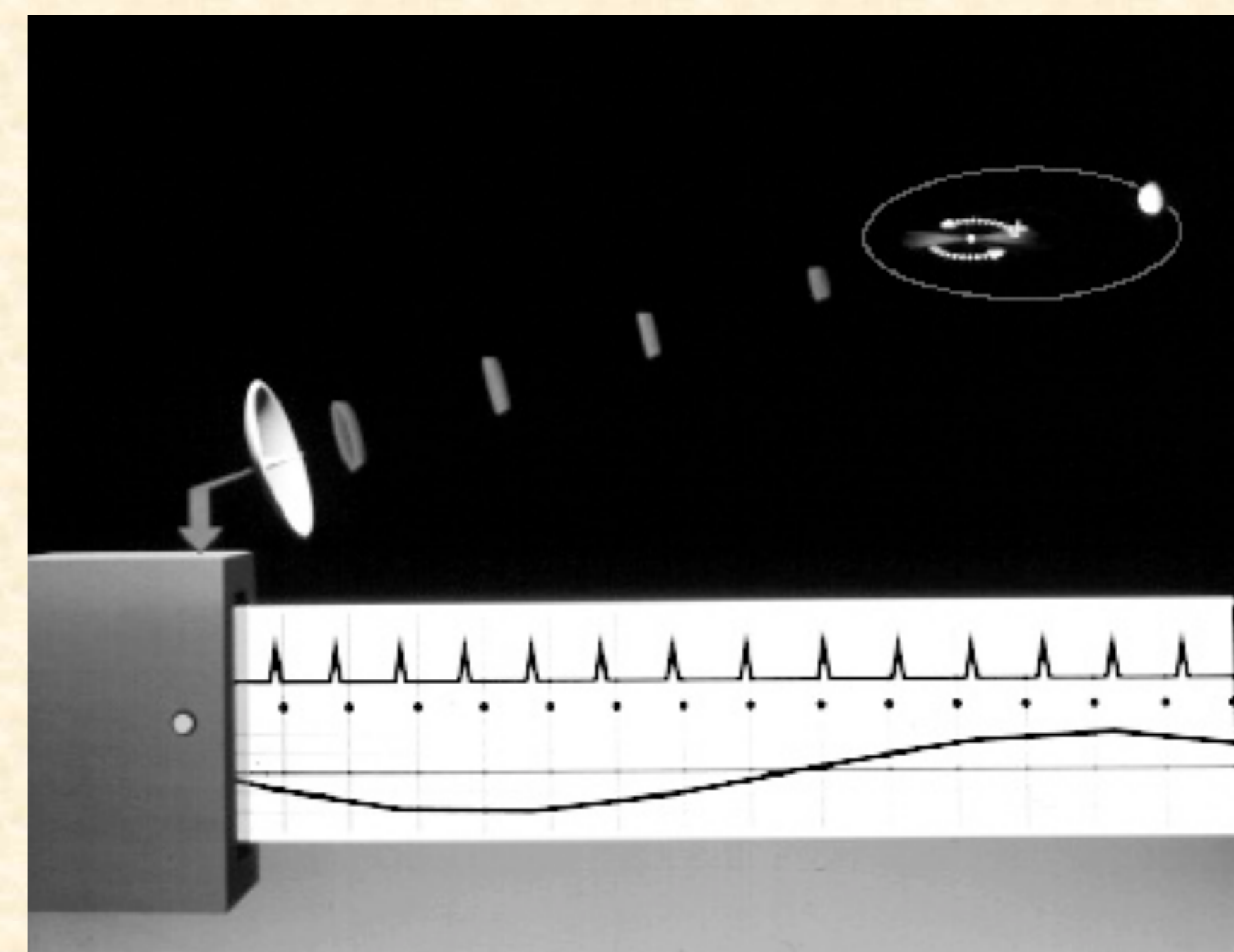
L'astrométrie consiste à mesurer sur le fond du ciel la position apparente des étoiles pour mettre en évidence leur déplacement autour du centre de masse du système étoile – exoplanète. L'astrométrie a été historiquement la première méthode utilisée pour rechercher des planètes mais elle a fait face à des difficultés compte tenu des infimes déplacements angulaires à mesurer. Le satellite GAIA mesure précisément (10 micro seconde d'arc) la position de milliards d'étoiles dans la Galaxie et va permettre la détection d'un grand nombre d'exoplanètes géantes gazeuses.

The astrometry consists to measure the apparent position of the stars on the sky background to highlight their movement around the center of mass of the star – exoplanet system. The astrometry has been historically the first method used to search for planets but has faced difficulties given the tiny angular displacement to be measured. The GAIA satellite accurately measures (10 micro arc second) the position of billions of stars in the Galaxy and will allow the detection of a large number of gas-giant exoplanets.

Technique de chronométrage / *timing method*

Le chronométrage des étoiles pulsantes est une autre technique indirecte pour détecter la présence d'un compagnon planétaire. L'accélération et la décélération périodique des pulses met en évidence les déplacements de l'étoile autour du centre de masse étoile-planète. Cette technique a permis dès 1992 la détection de planètes autour d'un pulsar (résidu d'étoile morte en rotation rapide).

The timing of pulsating stars is another indirect technique to detect the presence of a planetary companion. The acceleration and deceleration of the periodic pulses reveal the movements of the star around the center of mass of the system. This technique permitted in 1992 the detection of planets orbiting a pulsar (a fast rotating star residual).



Technique de microlentille / *microlensing method*

La méthode dite de microlentille gravitationnelle consiste à observer la lumière d'une étoile lointaine amplifiée et déviée par le passage sur la ligne de visée d'un astre massif. La distorsion et amplification de la lumière est due au champ gravitationnel de l'objet lentille, une des conséquences de la relativité générale. Si l'astre massif, généralement une étoile de type naine rouge, est accompagné d'une exoplanète, l'amplification lumineuse montrera une signature et distorsion spécifique.

The method called gravitational microlensing consists to observe the light from a distant star amplified and deflected by the passage of a massive body on the line of sight. The distortion and amplification of light is due to the gravitational field of the lensing object, as a consequence of general relativity. If the massive body, typically a red dwarf type star, is accompanied by an exoplanet, the light amplification shows a specific signature and distortion.