

La prise des mesures

Allumage de la lampe-étoile.

Mise en route de la rotation de la planète et ajustement de la tension du moteur pour avoir une période d'une minute à une minute et demi environ.

Vérifier les branchements :

- luxmètre sur le module d'acquisition
- module MyPcLab sur le PC via le câble et la prise USB

On allume successivement :

- le PC
- le luxmètre dont on règle la sensibilité (voir document annexe *notice_luxmetre.pdf*)

Lancement du programme *MyPcLab* pour l'acquisition.

Voir le réglage des configurations dans le document annexe (fichier *notice_mypclab.pdf*).

- Lancer l'acquisition et observer le signal et son évolution.
- Parfaire les réglages optiques si le signal enregistré n'est pas optimum : alignement, amplitude de la visualisation, fréquence d'acquisition, etc.
- Faire une série de mesures d'une dizaine de périodes.
- Voir les données sous *MyPcLab* et sauver sous forme de fichiers données d'extension "**csv**" lisible par tous les tableurs.

Transfert et mise en forme des données

Le fichier Tableur est transféré sur l'ordinateur de traitement.

Les données brutes doivent être reformatées pour pouvoir être mises dans *Geogebra*.

- simplification des temps qui sont donnés avec le millième de seconde, avec conversion en seconde entières ou demi-entières et ramenées à $T = 0$ à la première mesure.
- s'il y a lieu transformation des données flux, si elles sont formatées caractères, en nombres.

Traitement des données

On se réfère au document complet qui permet de faire le traitement des données des fichiers d'extension ".csv" provenant des observations.

Documents - fichiers

Ces fichiers sont téléchargeables sur la page du CRAAL (Centre de Recherche Astronomique de Lyon) :
Formation des Enseignants ou FC (<http://craal.univ-lyon1.fr/labo/fc/>)

Diaporama : *simulexopla.ppt*

Document de travail : *simulexopla.pdf*

Notice MyPcLab : *notice_mypclab.pdf*

Notice luxmètre : *notice_luxmetre.pdf*

Le 6 octobre 1995 dans un colloque à Florence, l'astronome suisse Michel Mayor révélait la découverte de la première planète extra-solaire autour de l'étoile 51Pégase, une étoile de type solaire, à partir d'observations réalisées à l'observatoire de Haute-Provence avec le spectrographe ELODIE basé sur la méthode des vitesses radiales.

Notre Système Solaire n'est plus un cas particulier dans l'Univers! Depuis, plusieurs milliers d'exoplanètes ont été découvertes par différentes méthodes, on commence maintenant à avoir accès à des informations sur leurs éventuelles atmosphères.

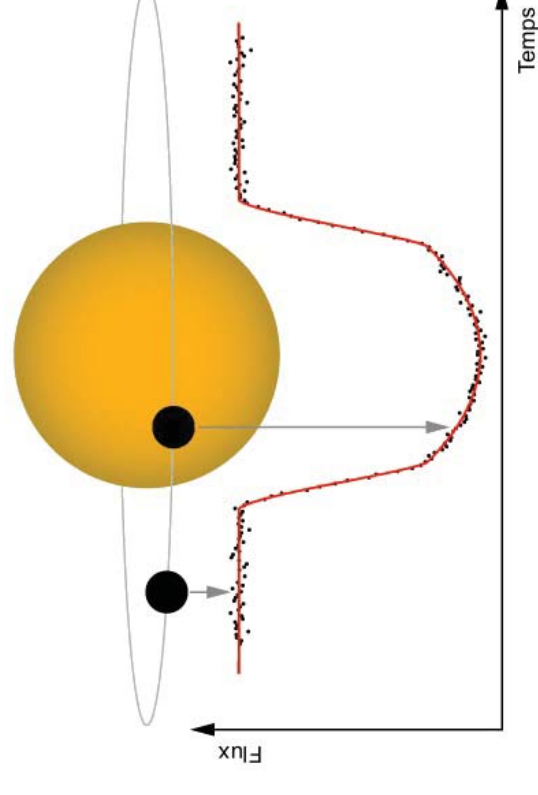
La méthode des transits

Lorsque que le plan de l'orbite d'une planète autour de son étoile se trouve dans la ligne de visée de l'observateur, la planète passe régulièrement devant son étoile et il en résulte une variation périodique du flux de l'étoile. La détection de cette variation de flux, qui signe peut être la présence d'une planète, est la base de la méthode des transits.

Elle nécessite des mesures d'une grande précision: la variation de flux due à une planète de la taille de la Terre qui passerait devant une étoile comme le Soleil ne serait que de 0,01 %!

Cette méthode est utilisée avec succès par les satellites Kepler et CoRoT mais aussi par des instruments terrestres tels SPHERE sur un des VLT au Chili et ASTEP à Concordia en Antarctique.

La recherche de nouvelles planètes est en relation avec les matières SVT, Physique, Philosophie... Pouvoir comprendre en détail comment détecter des exoplanètes ouvre les élèves à des domaines qui les passionnent.



Le principe de la méthode des transits



Le transit d'un ballon de volley devant le Soleil à la base antarctique *Concordia* (E. Fossat).

Exoplanètes : simulation de transit

Dans l'expérience présentée, un dispositif entraîne une « planète » autour de « l'étoile ». Un photomètre placé à distance enregistre le flux reçu par l'observateur. On peut faire varier différents paramètres : inclinaison de l'orbite, vitesse orbitale, taille de la planète.

L'Observation et la mesure

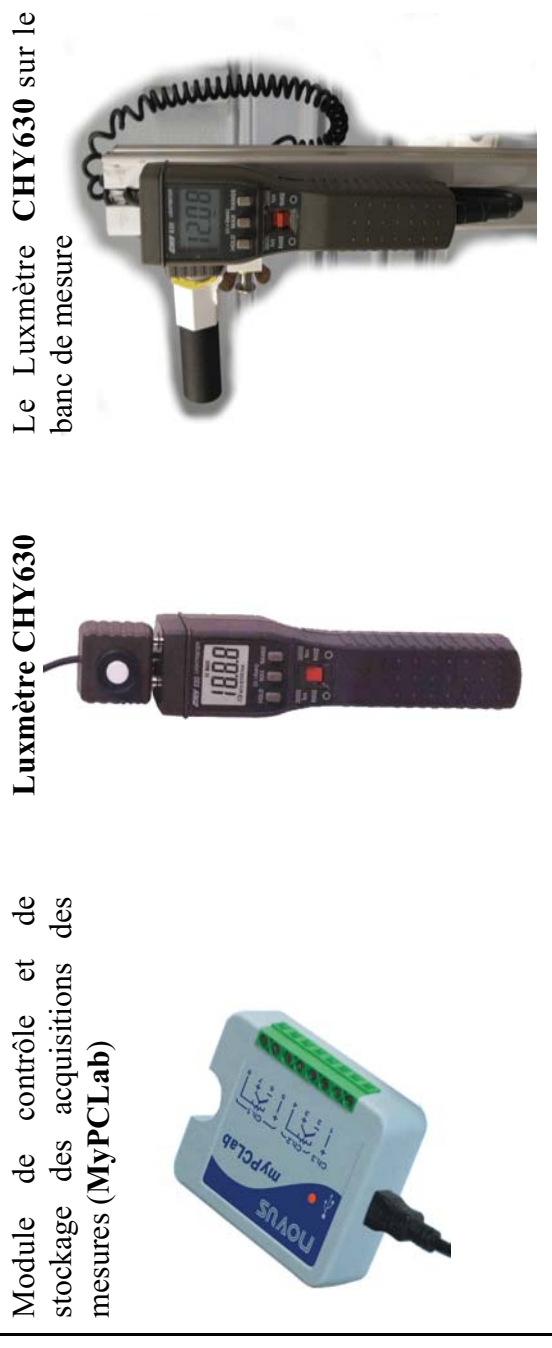


Il comprend :

- une étoile (lampe) et un support rotatif pour une sphère planète
- une planète de dimension et de période variables
- un récepteur mesurant le flux provenant de l'étoile.
- un ordinateur de configuration, acquisition et stockage

Le matériel de mesure et d'acquisition

C'est un matériel courant dans les laboratoires des lycées



Mode opératoire

Le principe est simple : mesurer et enregistrer les variations de lumière au cours des passages périodiques successifs de la planète avec un pas d'échantillonnage assez petit pour bien suivre les variations de lumière.

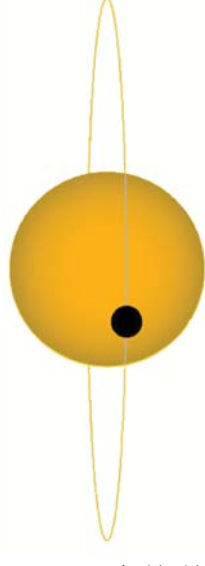
Chercher les limites des possibilités de détection d'une exoplanète, travailler sur les incertitudes de mesures.

Les mesures (temps – flux) mises sous forme de tableaux sont traitées avec un logiciel pour en extraire :

- la période de rotation
- la variation du flux entre le maximum et le minimum
- la durée du transit
- et faire les calculs pour obtenir les caractéristiques du système.

Ces calculs permettront de trouver le diamètre de la planète, son orbite en relation avec le rayon de l'étoile...

De nombreux paramètres peuvent être variables : rayon de l'orbite, inclinaison, vitesse de rotation, etc. Pour des mesures simples qui permettent de faire la démarche jusqu'à la dimension de la planète et la grandeur de son orbite, nous ne ferons pas varier les paramètres.



Dans un système d'exoplanète où l'on veut mesurer la variation de lumière de l'étoile par le passage d'un objet sombre devant, il faut que la ligne de visée soit pratiquement confondu avec le plan orbital de la planète.

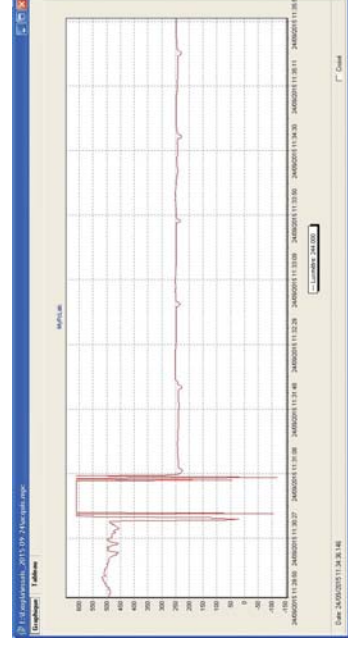
Par simplification, dans la simulation, le luxmètre est positionné dans le plan de rotation de la planète.

De la prise de mesure au dépouillement des données

1 - Enregistrement de la courbe de lumière

Après configuration et réglage des paramètres d'acquisition et de visualisation, la série d'enregistrement commence.

Elle est suivie d'une première visualisation puis de la sauvegarde des données.



2 - Données enregistrées et transformées

Les données enregistrées sont reformatées dans un tableur pour être insérées et visualisées sous Geogebra.

3 - Traitement et programmation sous Geogebra

Des droites réticulées mobiles permettent le pointage, horizontal et vertical. Asservies à des curseurs elles servent à faire les mesures précises de temps et de flux.

Les mesures sont enregistrées dans la partie Tableur. La partie Algèbre permet de faire les calculs pour en extraire les résultats astrophysiques : période, rayon, demi-grand-axe de l'exoplanète, etc.

4 - Prolongement

Ce traitement de données peut être appliqué aux vraies données d'observation que l'on trouve sur les sites professionnels qui mettent publics les résultats d'observations.

Deleuil, M., Meunier, J. C., Moutou, C., et al. 2009, AJ, 138, 649

Consulter les pages du CNES sur le satellite COROT : <https://corot.cnes.fr/fr/>