Les conférences de l'université d'Obroa-Skaï

Comment détecte-t-on les planètes extra-solaires ?

Conférence donnée le 20 Août 2014

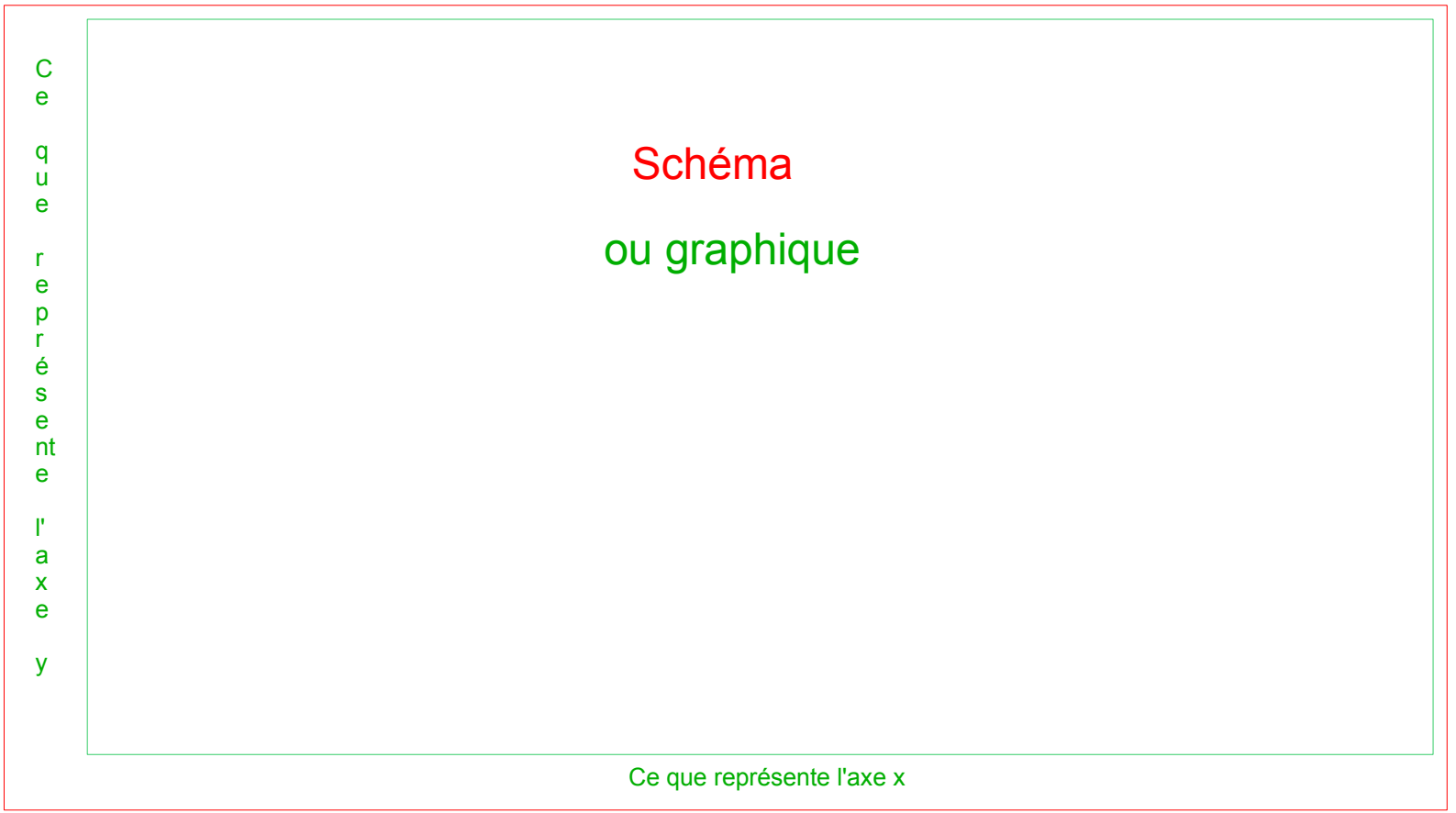
par Shana Lesaï

sur le serveur *Battle Meditation* de Star Wars : The Old Republic

Plan

- Définition d'une exoplanète
- Rapide état des lieux : des premières découvertes à aujourd'hui.
- Les méthodes de détection actuelles
- La détection des atmosphères
- Les méthodes futures ?
- Conclusion

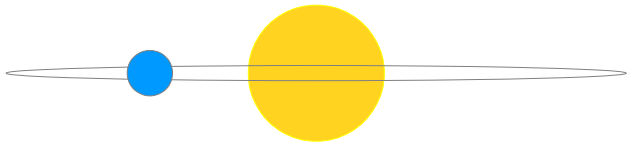
Img 1 : Comment lire une illustration



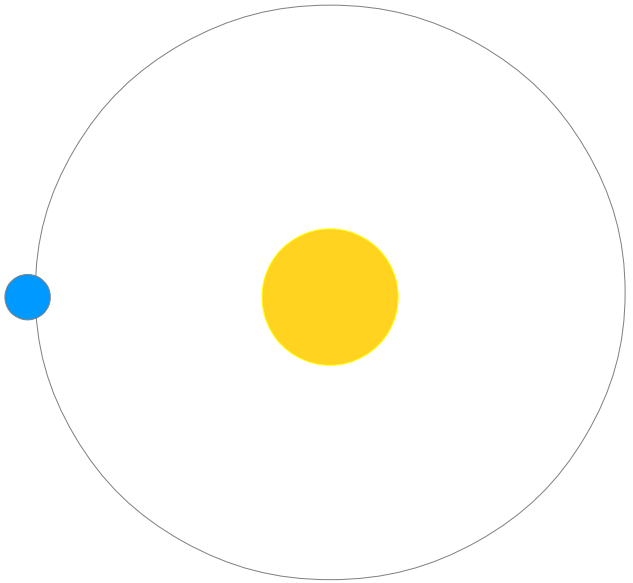
Auteur et date

X et al. = X et alii ≡ X et collaborateurs
→ Article scientifique de l'année indiquée

Img 2 : Vues



Vue dans le plan de l'écliptique



Vue Perpendiculaire au plan de l'écliptique

Etoile
Planète
Orbite

Définition

13 Mj < naine brune < 80 Mj

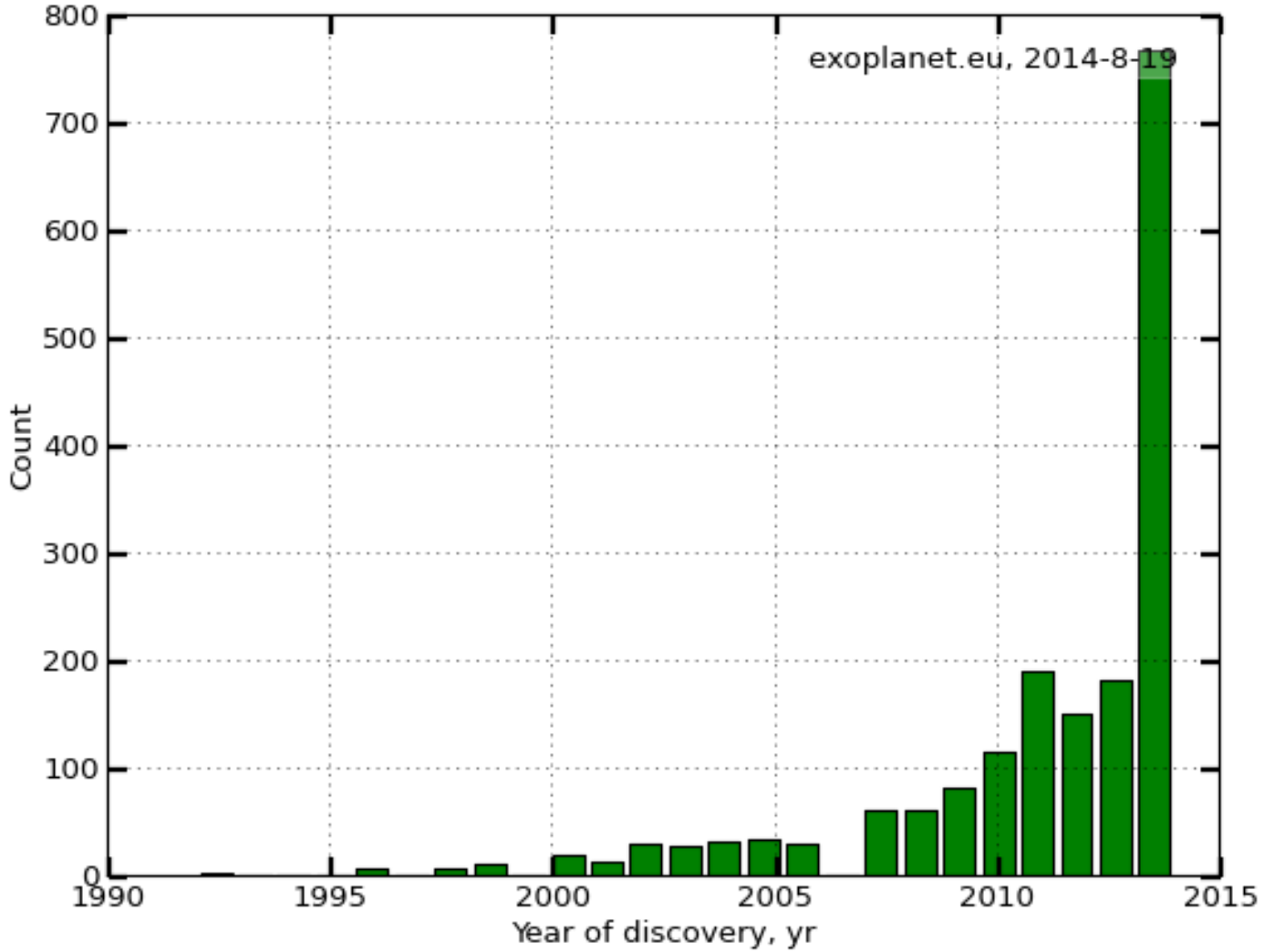
→ Pas de fusion nucléaire d'hydrogène, mais création de deutérium

Exoplanètes ≠ naine brune

Orbite autour d'une étoile

Sphérique → masse minimale de

Img 3 : Détection au fil des ans

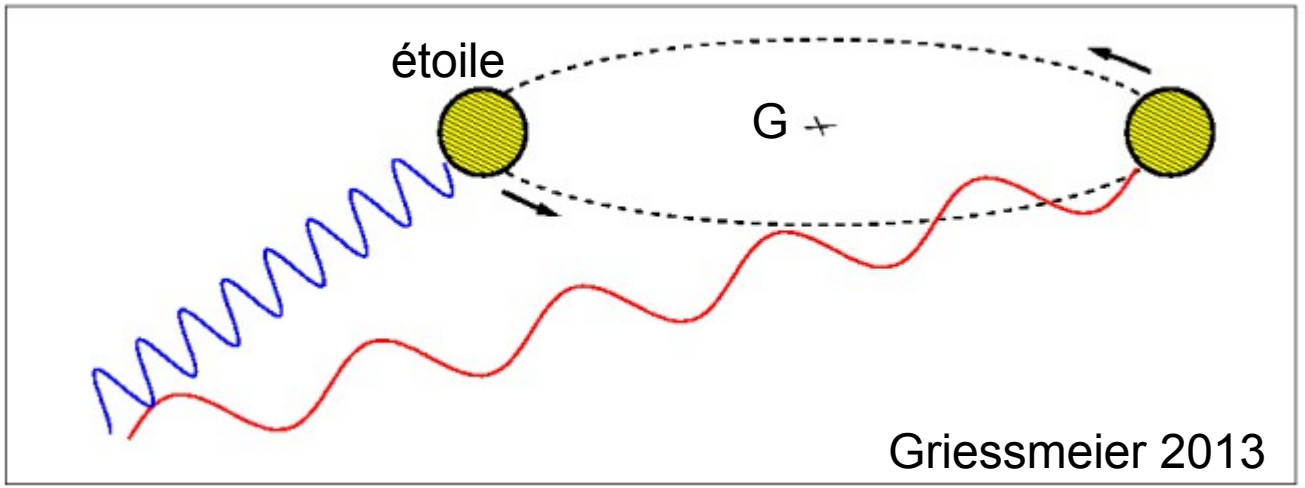


Détection en chiffres

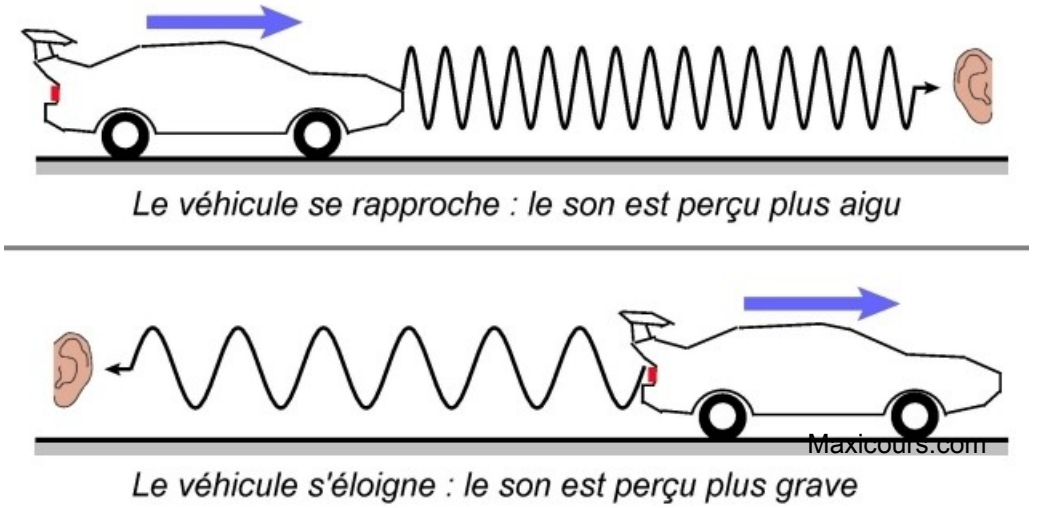
Au 19 Août 2014 à 12h00

- 1815 exoplanètes découvertes et confirmées
- 1130 systèmes planétaires
- 466 systèmes à multiples exoplanètes
- 3845 KOI au 3 mars 2014
- Nous : 8 planètes, 5 naines et 175 satellites naturels (lunes)
- Ailleurs ? Maximum de 6 exoplanètes

Img 4 : Vitesse Radiale (1995 - 571)



G = Centre de gravité ≈ Point d'équilibre

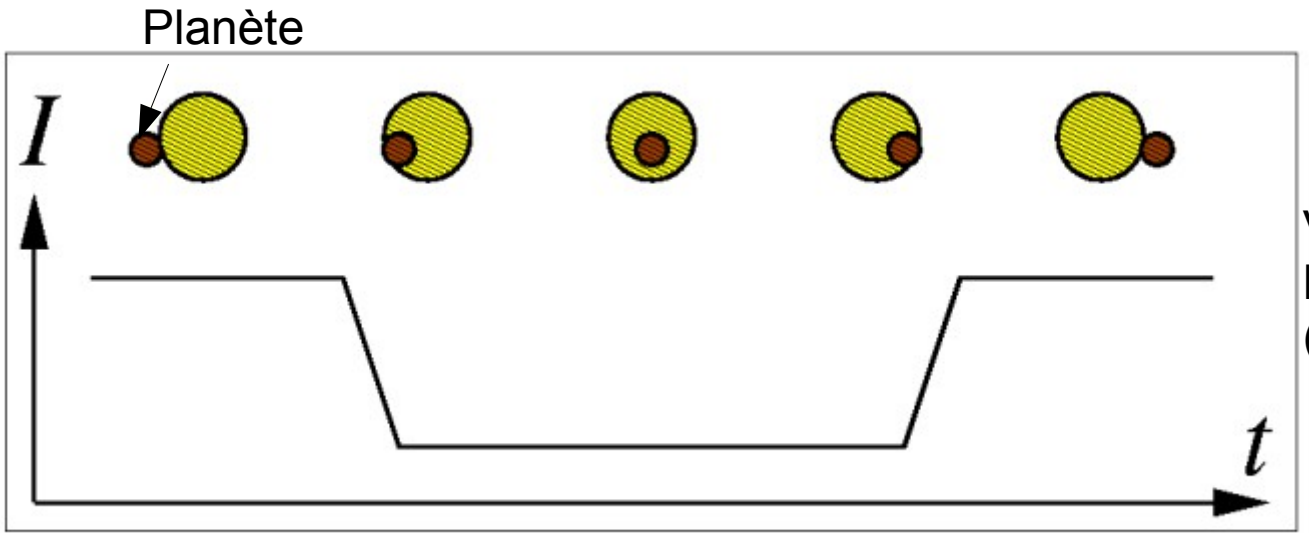


Jupiter : 12,5 m/s
Terre : 0,1 m/s

Limite : 0,5 m/s
Bientôt 0,2 ?

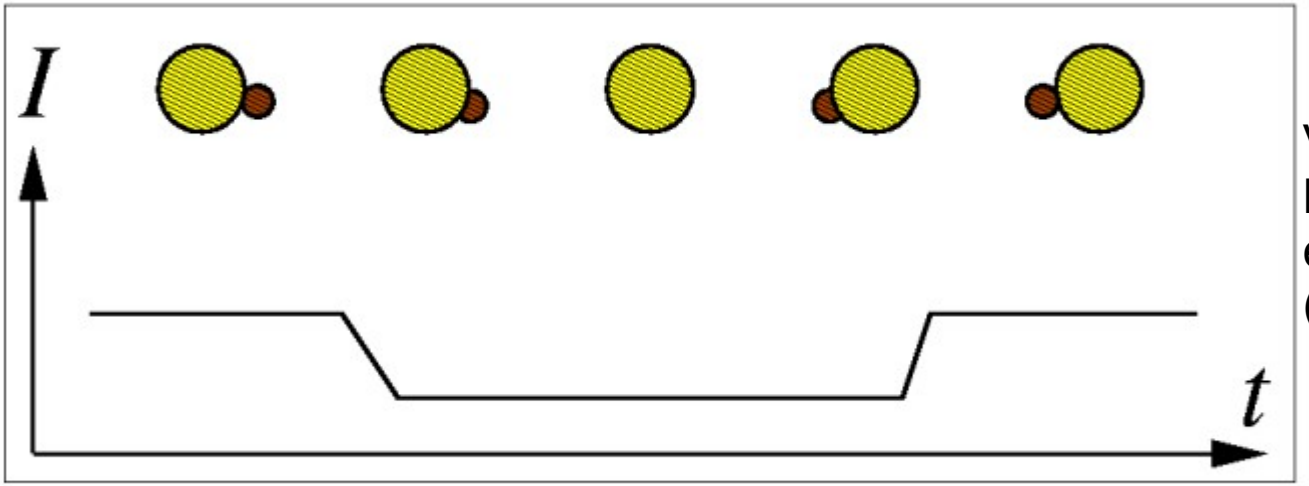
Img 5 : Transit (2000/2004 - 1144)

Premier transit
=
Devant l'étoile



Variation de 1%
Lumière de l'étoile
(Visible/UV/IR)

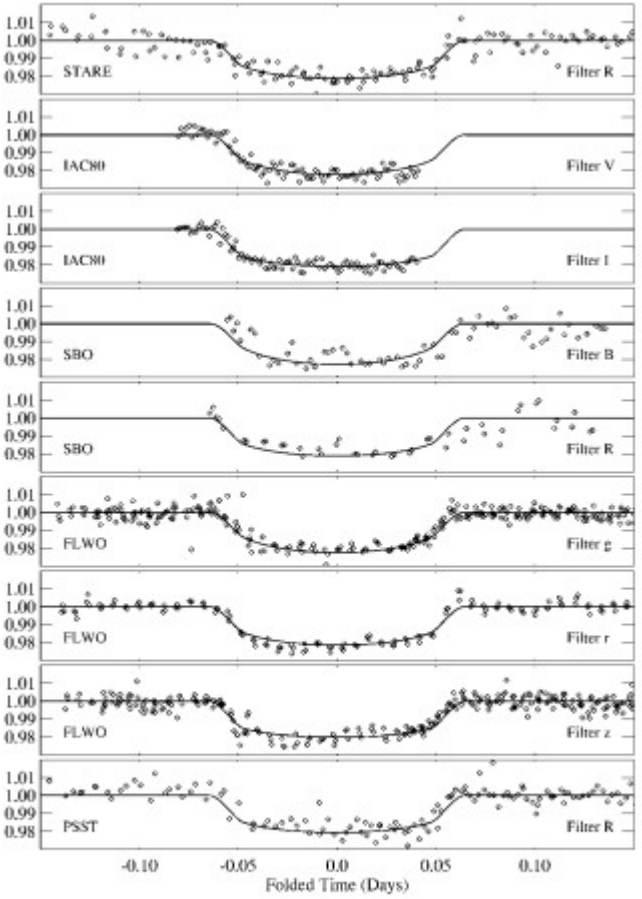
Second transit
=
Derrière l'étoile



Variation de 0,25%
Lumière de l'étoile
et la planète
(InfraRouge)

Griessmeier 2013

Img 6 : Exemples et Venus

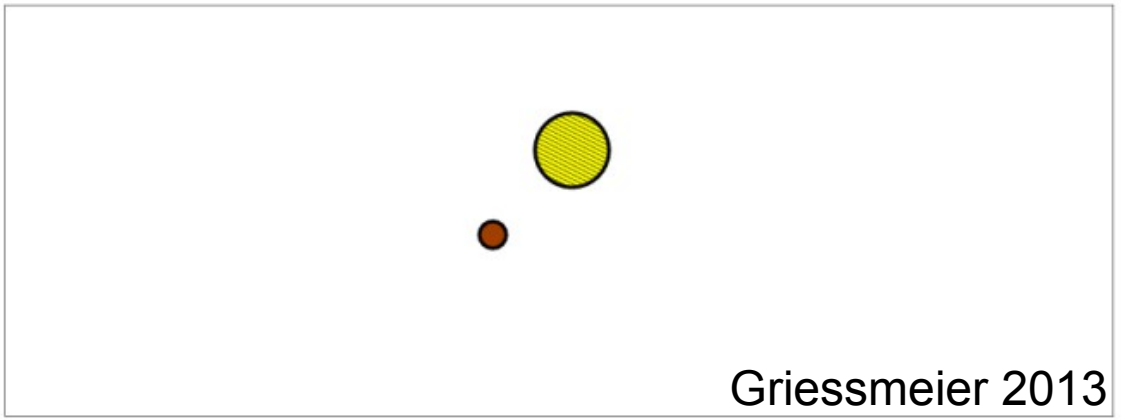


[Alonso et al. 2004]

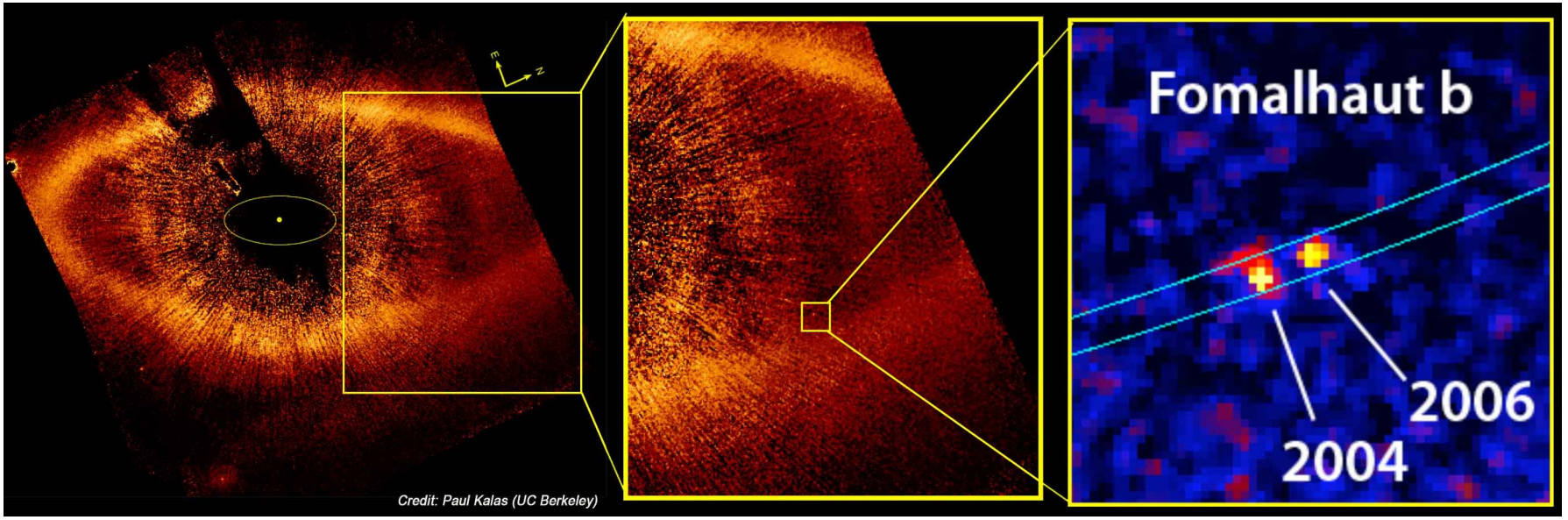
Transit de Venus → prochain en 2117 en Asie du sud

Img 7 : Détection directe (2004 - 51)

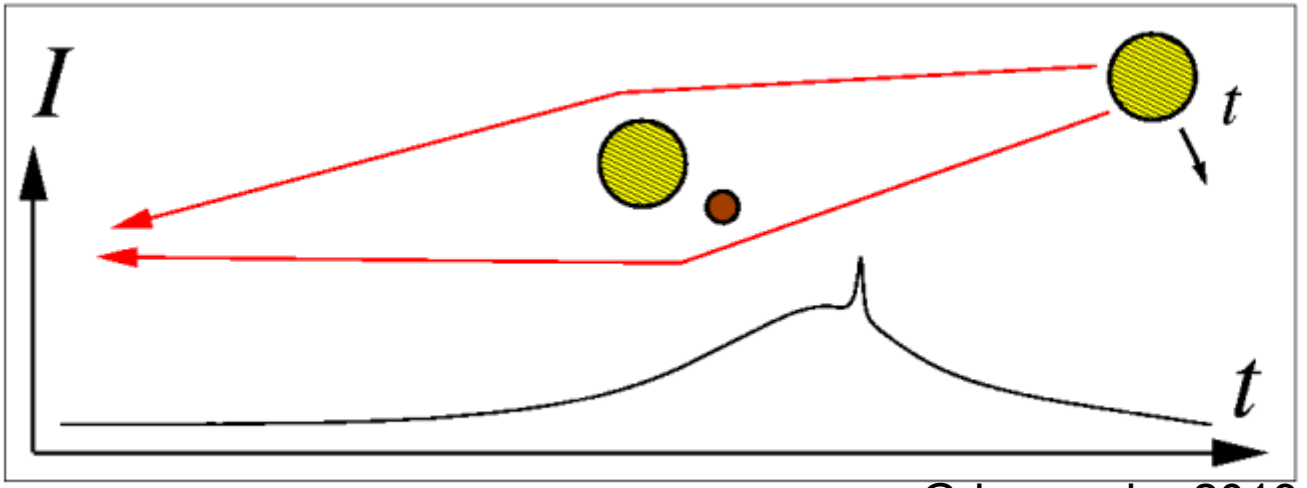
Concept le plus simple à imaginer, mais le plus difficile à réaliser



Griessmeier 2013



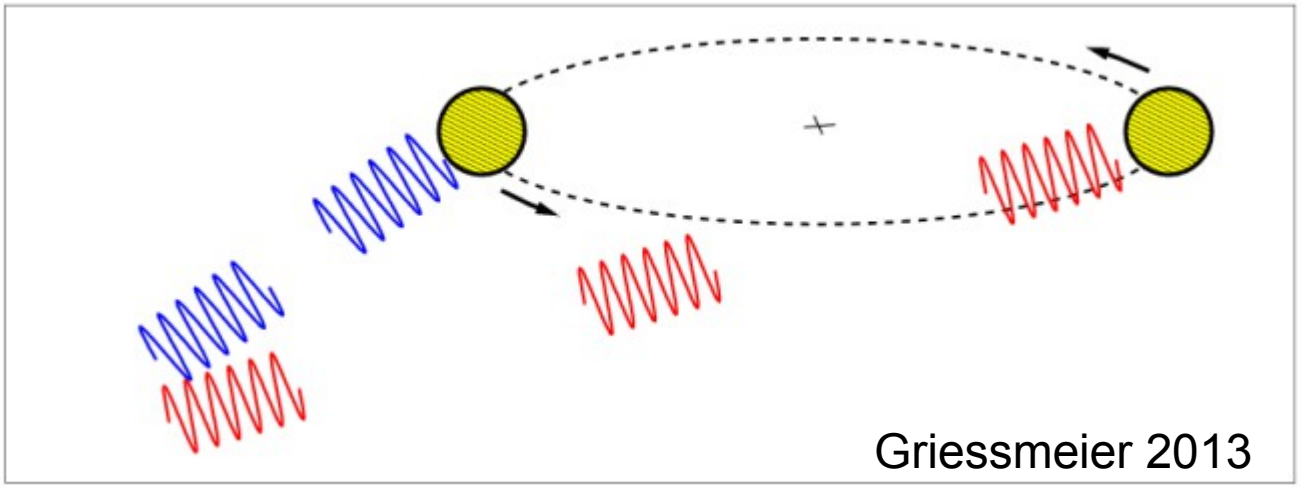
Img 8 : Micro-lentille Gravitationnelle (2003 - 30)



Griessmeier 2013

Toutes les configurations possibles mais événement très rare

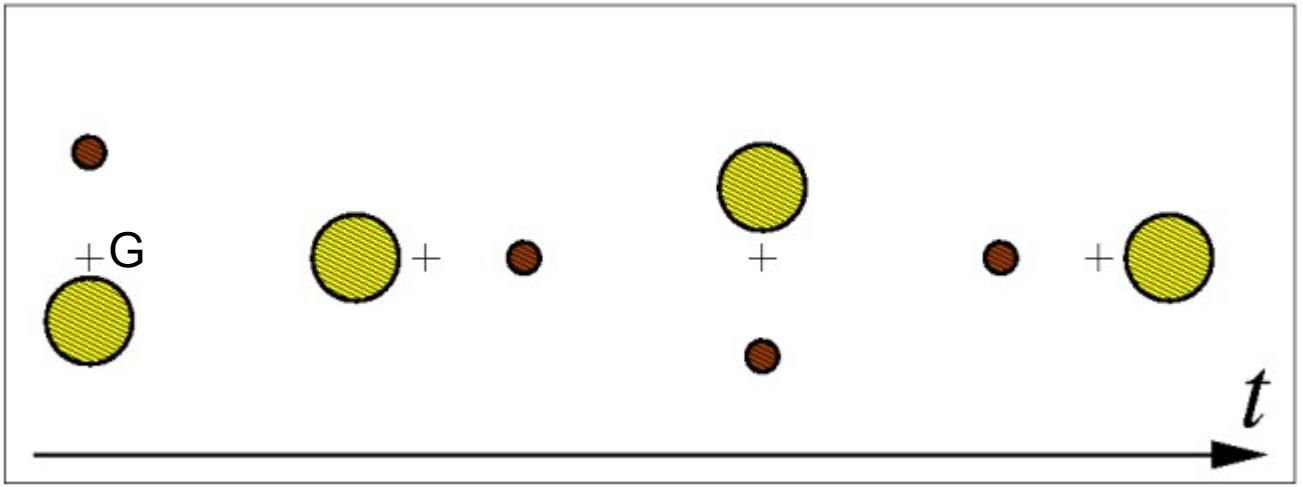
Img 9 : Pulsar Timing Variation (1992 - 15)



Pulsar = phare Radio

Permet de détecter aussi une exo-lune
Pulsar rares et probabilité de planète faible
Impossible à habiter

Img 10 : Astrométrie (2010/2013 - 2)



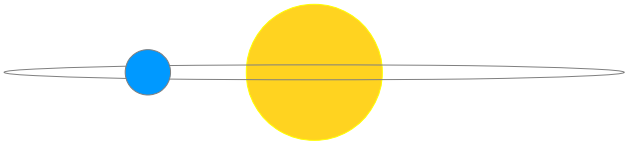
Griessmeier 2013

Hypparcos : précision de 1000 µas
Gaia : 20 µas
Jupiter : effet de 500µas à 10pc et 50µas à 100pc

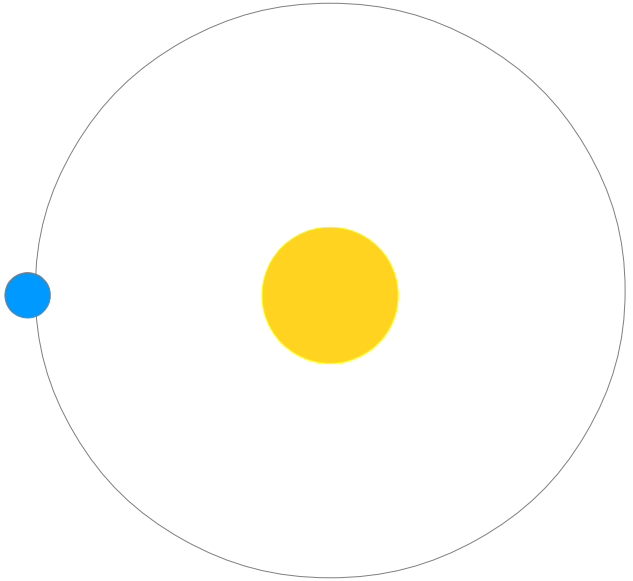
pc = parsec

Gaia = 1 Milliard d'étoiles observées → Grande promesse de détections

Img 11 : Vues et méthodes



Vue dans le plan de l'écliptique



Vue Perpendiculaire au plan de l'écliptique

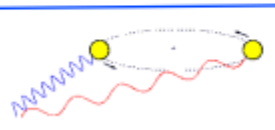
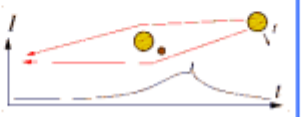
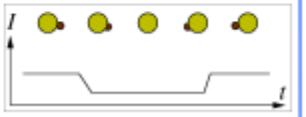
Transit premier et secondaire
Vitesse radiale

Astrometrie
Micro-lentille
Imagerie directe

Pulsar Timing Variation

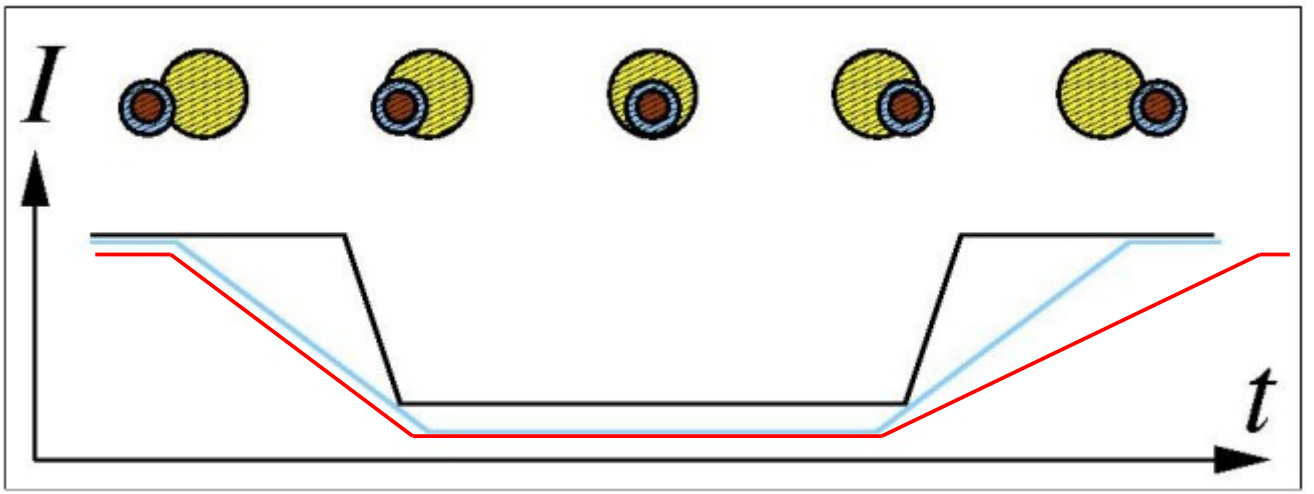
Img 12 : Récapitulatif

Griessmeier 2013

Doppler shift	Transit	Astro-metry	Micro-lensing	Direct obs.	Second. Transit
					
Masse apparente de la planète (dépend de l'angle de vue) Si distance connue	Taille de la planète Distance à son étoile	Masse de la planète si distance connue	Taille de la planète Distance à son étoile	Taille de la planète Distance à son étoile Température de la planète (par IR ou radio)	Taille de la planète Distance à son étoile Température de la planète

Suppose de connaître les paramètres de l'étoile : Masse et taille.

Img 13 : Détection d'atmosphère



Sans Atmosphère

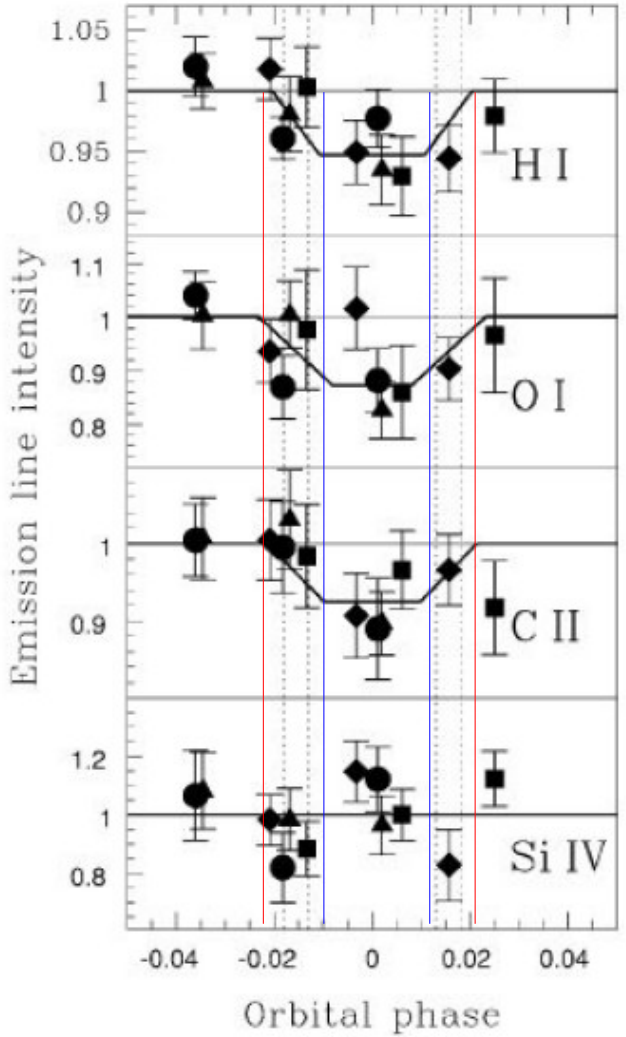
Griessmeier 2013

Avec Atmosphère

Avec Atmosphère qui s'échappe

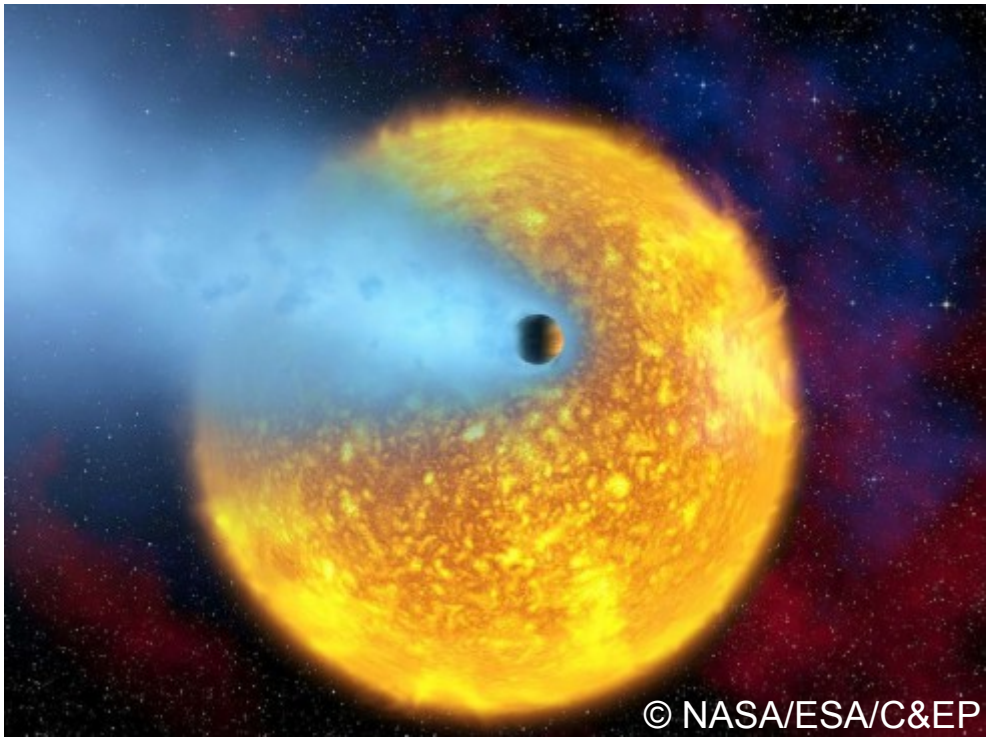
Fonctionne pour la spectroscopie de transmission, et pas toute la lumière
Exemple : UV absorbé par atmosphère terrestre

Img 14 : Composition d'atmosphère

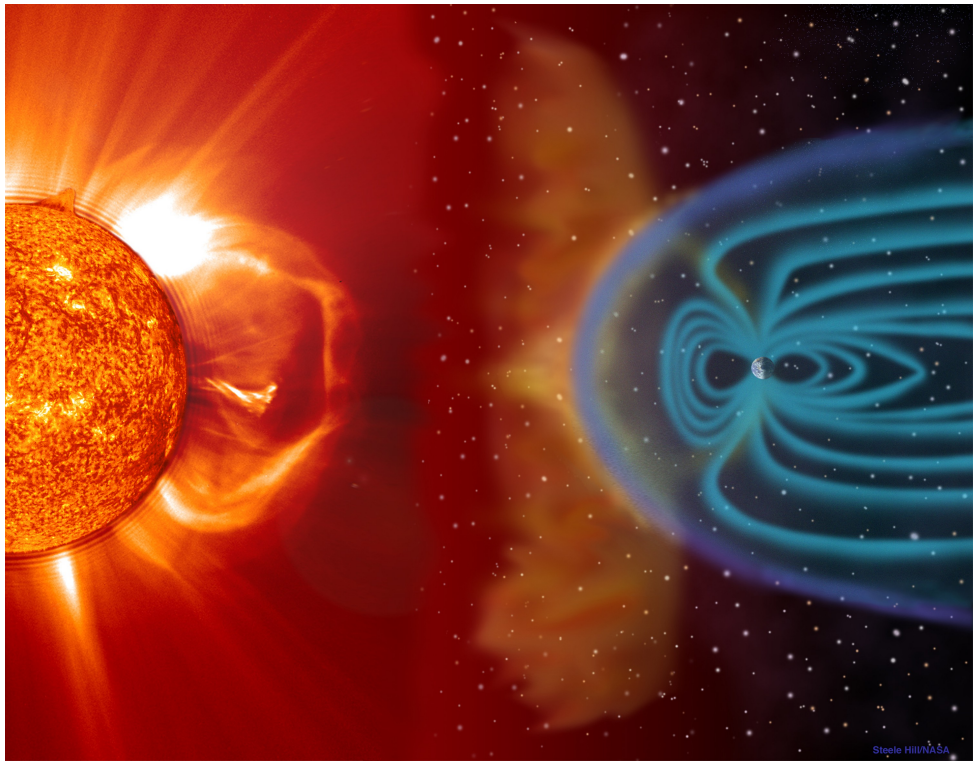


[Vidal-Madjar et al. 2004]

Détermination de la composition et la structure globale de l'atmosphère
Ici, H, O et C présent, mais pas Si



Img 15 : Futur



Effet Zeeman → Carte du champ magnétique

Début de "carte" pour étoile très proche (10px de large) → Nécessite précision bien plus grande

Spectroscopie en réflexion sur la surface ou sur l'ionosphère (si présente)

D'autres choses ?

Conclusion

- 1815 exoplanètes découvertes et confirmées
- 7 Méthodes de détection
- Gaïa devrait permettre de nombreuses nouvelles découvertes
- Peu de petites planètes mais instruments pas assez sensibles
- De nombreux systèmes avec plusieurs planètes, donc certains très compacts

Merci de votre Attention !

Je suis à votre disposition pour toute question.