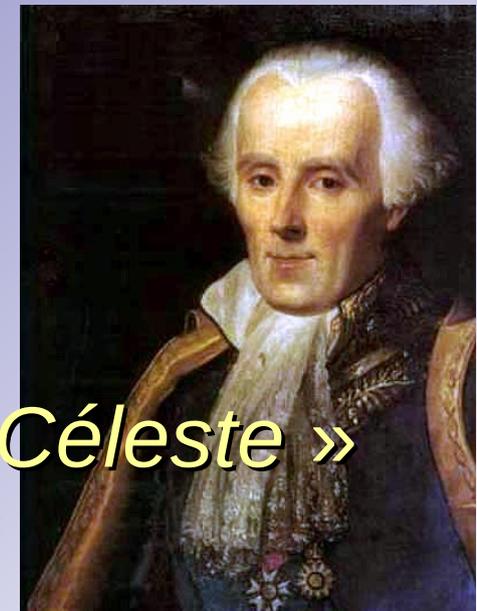


Urbain Le Verrier : entre excellence et omnipotence

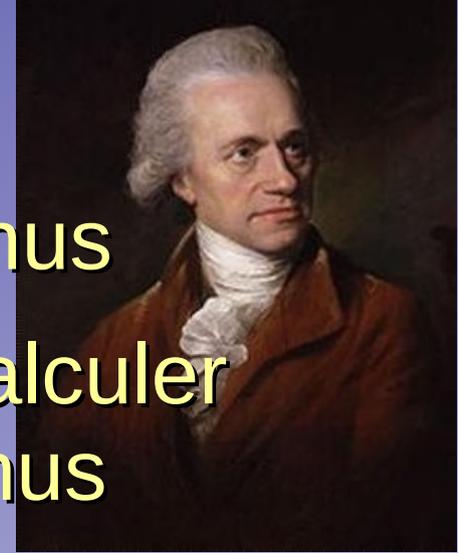
- Contexte scientifique (*François Vernotte*)
- La folie narcissique (*Souad Ben Hamed-Vernotte*)

La mécanique triomphante

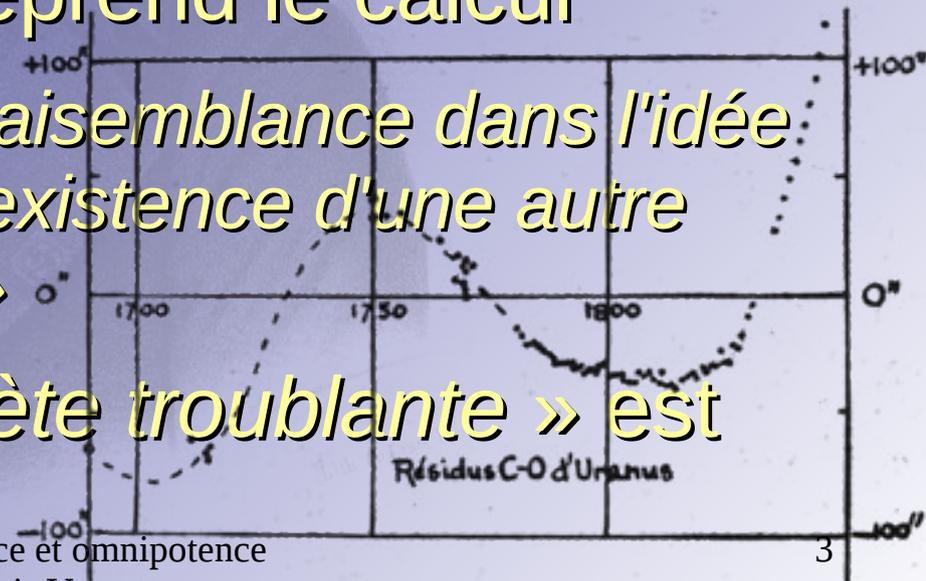
- **1543** : Copernic publie « *De revolutionibus* »
 - Le Soleil est au centre du système solaire
- **1610** : Galilée refonde la démarche scientifique
 - Observation à la lunette, relativité Galiléenne, etc.
- **1609-1618** : Képler découvre ses lois
 - Les orbites sont elliptiques
- **1687** : Newton publie les « *Principia* »
 - La gravitation est le moteur cosmique
- **1799** : Laplace publie sa « *Mécanique Céleste* »
 - Méthode des perturbations



Le mystère d'Uranus



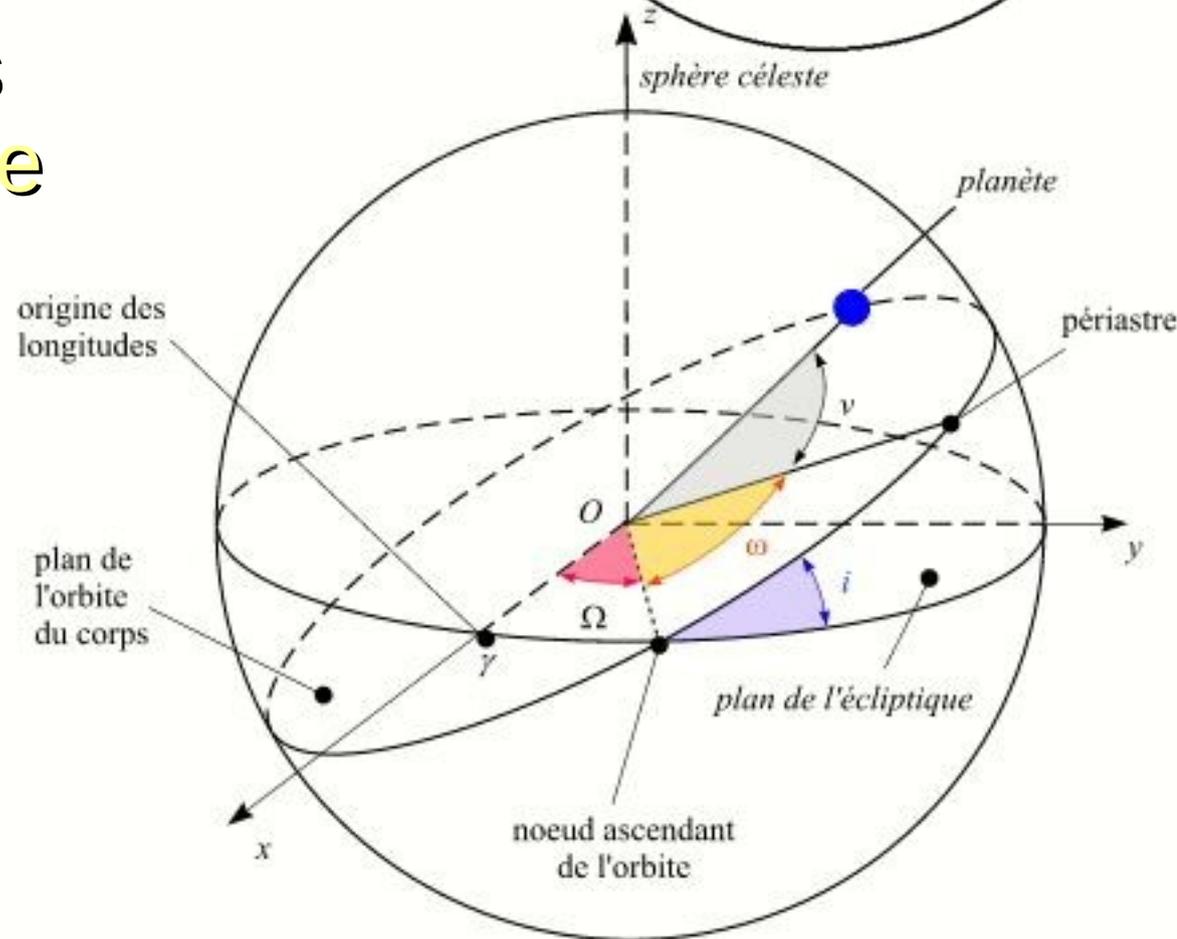
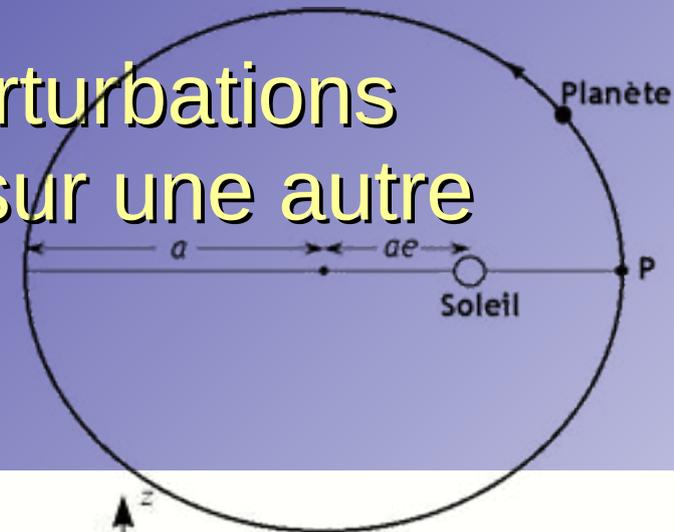
- **1781** : William Herschel découvre Uranus
- **1821** : Alexis Bouvard est chargé de calculer les tables pour Jupiter, Saturne et Uranus
 - Pas de problèmes pour Jupiter et Saturne
 - Impossible de concilier les observations anciennes d'Uranus (entre 1690 et 1781) et les récentes
- **1843** : Eugène Bouvard reprend le calcul
 - « (...) il y a beaucoup de vraisemblance dans l'idée émise par mon oncle sur l'existence d'une autre planète troublant Uranus. »
- La recherche de la « planète troublante » est lancée !



Un problème ardu

- **Problème direct** : mesurer les perturbations causées par une planète connue sur une autre planète connue
- **Problème inverse** : calculer les éléments orbitaux d'une planète inconnue perturbant une autre planète inconnue (ou mal connue)

⇒ **12 paramètres à déterminer (6 + 6)**



L'approche de Le Verrier

- **1845** : Arago demande à un certain Le Verrier de traiter le problème de la planète troublante
- **Comment simplifier le problème ?**
 - L'inclinaison des 2 orbites sur l'écliptique est nulle
 - Le $\frac{1}{2}$ grand axe des 2 orbites suit la loi de Titius-Bode : $a_n = 0,4 + 0,3 \times 2^{n-1}$ U.A.
 - Plus que 8 paramètres + la masse de Neptune

Planète	Mercure	Vénus	Terre	Mars	?	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
n	$-\infty$	1	2	3	4	5	6	7	8
a calculé	0,40	0,70	1,00	1,60	2,80	5,20	10,0	19,6	38,8
a réel	0,39	0,72	1,00	1,52	-	5,20	9,55	19,2	30,1

La découverte de Neptune

- **1^{er} juin 1846** : Le Verrier donne une première estimation de la position de Neptune
- **30 août 1846** : il fournit le résultat définitif
- **18 septembre 1846** : Le Verrier écrit à Galle (Berlin) pour qu'il observe la planète
- **23 septembre 1846** : Galle observe la planète
- **24 septembre 1846** : La planète s'est déplacée !



Berlin, le 24 Sept. 1846

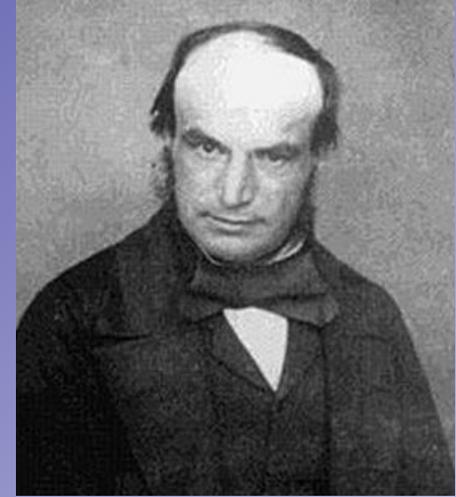
Monsieur,

La planète, dont vous avez signalé la position, réellement existe.
Le même jour, où j'ai reçu votre lettre, je trouvais une étoile de 8^{me} grandeur,
qui n'était pas inscrite dans l'excellente carte Bora XXI (destinée par M^r
le D^r Bremiker) de la collection de cartes célestes publiée par l'Académie
Royale de Berlin. L'observateur du jour suivant décida que c'était la planète cherchée.
Nous l'avons comparée, M^r Locke en moi, par la grande lunette de Fraunhofer
avec une étoile de 8^{me} grandeur (α) de la zone 119. 25^h 45^m 31^s 10 - 13° 25' 9" 9
et nous avons trouvé :

Camp. moy. de Berlin
Sept. 23. 12^h 0^m 14^s 6 Plan. = (α) + 21' 21", 5 en R
= (α) + 1. 36, 5 en Déclin.

Pas de chance pour Adams !

- **21 octobre 1845** : Adams envoie la position de la nouvelle planète à Airy
- **5 novembre 1845** : Airy demande des précisions à Adams qui ne répond pas !



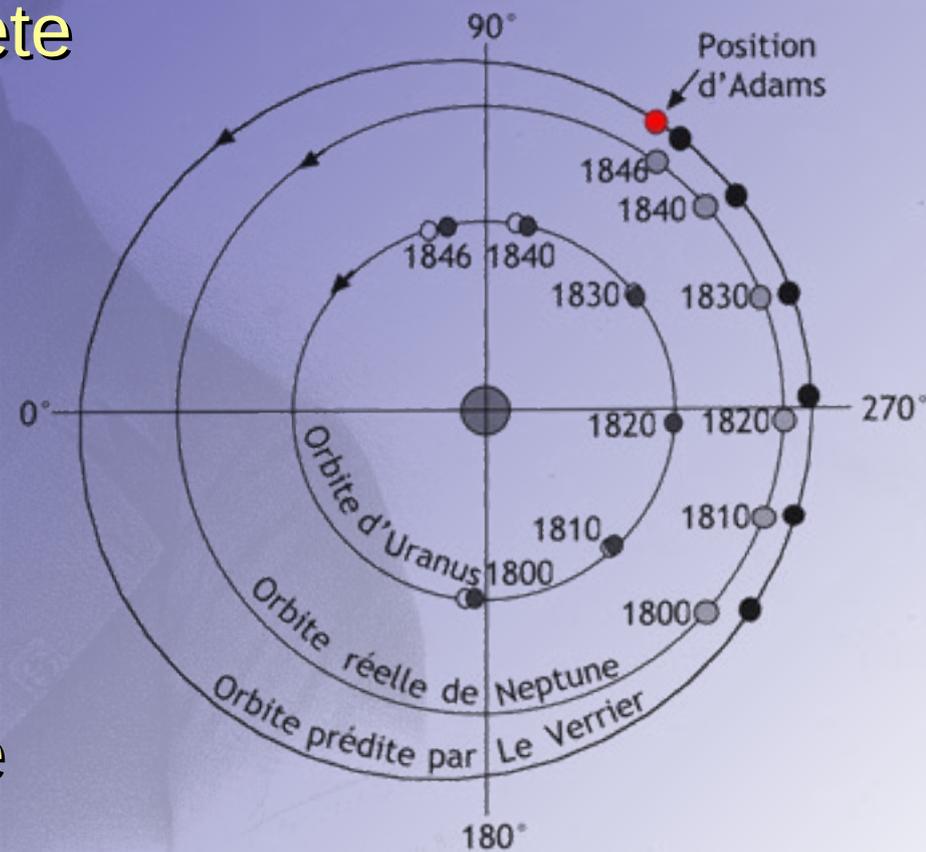
- **Juin 1846** : Airy demande des précisions à Le Verrier qui répond aussitôt !
- **29 juin 1846** : Airy confie à Challis la recherche de la nouvelle planète
- **Juillet-septembre 1846** : Challis mesure la position des étoiles jusqu'à la magnitude 11

- **Octobre 1846** : Challis s'aperçoit qu'il a observé la planète les 30 juillet et 4 août 1846 !



Les solutions d'Adams et Le Verrier

- Adams comme Le Verrier ont surestimé :
 - Le $\frac{1}{2}$ grand axe de la planète
 - La masse de la planète
 - L'excentricité de l'orbite
- Coup de chance ?
 - Oui parce que les erreurs se compensent
 - Non parce que la méthode est « robuste »



La quête de Le Verrier

- Le Verrier voulait connaître complètement le système solaire
- Il pensait que la puissance de la mécanique céleste était sans limite
- Vulcain, planète *intramercurienne*, expliquerait les anomalies de l'orbite de Mercure
- Einstein montrera en 1916 que seule la **relativité générale** peut expliquer l'avance du périhélie de Mercure