

# La découverte du ciel par l'informatique

Rencontres Nationales Microtel-Multimédia  
Nouan-Le-Fuselier



Samedi 25 Avril 2015

**Introduction** Je ne proposerai pas un catalogue de logiciels ... mais plutôt des ressources – logiciels et/ou sites web – choisies au mieux en réponse à des besoins et tâches précises. Pour les observateurs *visuels*, débutants principalement, l'astrophotographie est exclue de cet atelier, et uniquement sur PC Windows/Linux/Apple (un peu), pas de tablettes, smartphones ...

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Découvrir le ciel</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Système solaire</b>	<b>3</b>
2.1	Les planètes . . . . .	3
2.2	Les satellites naturels, les lunes . . . . .	7
2.3	Les planètes mineures . . . . .	8
2.4	Le Soleil . . . . .	9
2.5	Eclipses, occultations, passages . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Satellites artificiels</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Le ciel profond</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Ressources générales</b>	<b>15</b>

# 1 Découvrir le ciel «à l'oeil nu»

## Apprendre le ciel



La constellation d'Orion

- Commencer à l'oeil nu, apprendre et nommer
  - les constellations, les figures en «fil de fer»
  - les étoiles les plus brillantes de chaque constellation
- Connaître et comprendre les mouvements *apparents* de la sphère céleste
  - rotation diurne
  - révolution annuelle
  - la structure de la sphère céleste : les pôles célestes, l'équateur céleste, le méridien local, les 6 points cardinaux, l'écliptique
- La meilleure aide : le logiciel **Stellarium**

## Stellarium



- Carte du ciel interactive
- Planétarium 2D (non immersif)
- Aspect *simulation*, car possibilité de choix
  - du lieu
  - de la date
  - de la vitesse
  - des astres
  - du champ de vision (zoom)
  - des effets atmosphériques
- Logiciel libre, multiplateforme
- Dernière version : 0.13, [www.stellarium.org](http://www.stellarium.org)

## 2 Observer le système solaire

### Le système solaire



Rapprochement Lune-Vénus

Que peut-on observer ?

- Planètes
- Satellites naturels, lunes
- Comètes, planètes naines, astéroïdes, ...
- Soleil
- Les principaux phénomènes : éclipses, occultations, ...

### 2.1 Les planètes

#### Les planètes



- Astres «nomades» : il faut disposer d'éphémérides obtenus par calcul pour connaître leur position à tout instant. Les logiciels font ça très bien.
- Un logiciel : **XEphem**, éphémérides et carte du ciel
- Des sites web : **PGJ Astro** et **Calsky**, éphémérides, diagramme d'élongation annuel

## XEphem



- Logiciel libre, Unix (Linux, Mac OS X) seulement
- Très complet, assez technique, en anglais uniquement
- version 3.7.6, [www.clearskyinstitute.com](http://www.clearskyinstitute.com)
- *Data table* : position, heures de lever/passage/coucher, ...
- *Night at a glance*
- *Solar system view*

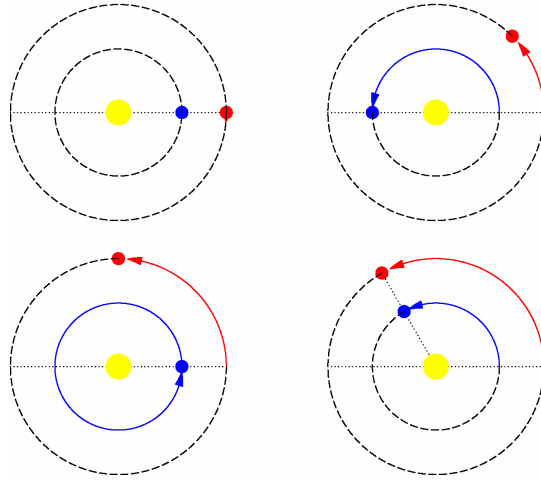
## Cas des planètes extérieures



Mars - Jupiter - Saturne - ...

- Visibilité déterminée par la *période synodique*
- Meilleures conditions autour de l'*opposition*

## Période synodique et opposition



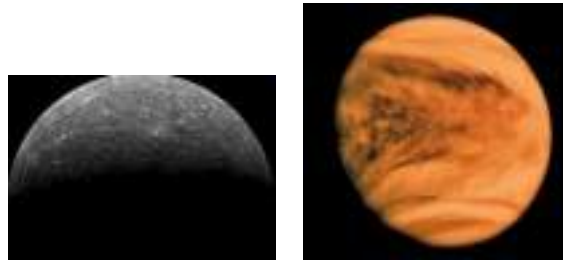
La période synodique est le temps qui sépare le retour de deux configurations Terre-Soleil-Planète, *par exemple* le temps qui sépare deux *oppositions*. Une opposition est un alignement Soleil - Terre - Planète (dans cet ordre exactement).

**Relation entre période synodique et sidérale** Il existe une relation entre la *période synodique*  $P_{syn}$  et l'*année sidérale* terrestre ( $A_{sid} = 365,2563$  jours) et la *période de révolution sidérale*  $P_{sid}$  de la planète considérée :

$$P_{syn} = \frac{A_{sid} P_{sid}}{|A_{sid} - P_{sid}|}$$

Planète	$P_{sid}$	$P_{syn}$
Mercure	88 j	115 j
Vénus	225 j	583 j
Mars	687 j	780 j
Jupiter	11,8 ans	398 j
Saturne	29,4 ans	378 j
Uranus	84 ans	369 j
Neptune	164 ans	367 j

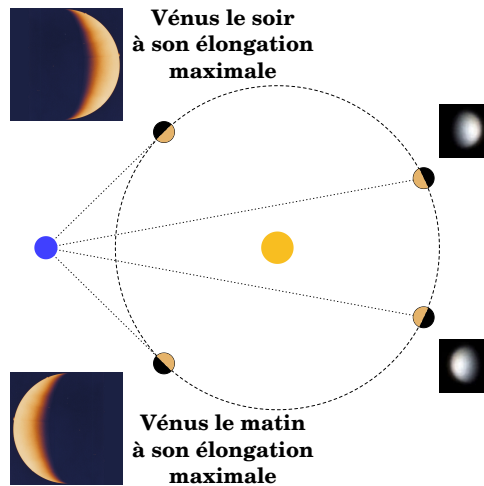
### Cas des planètes intérieures



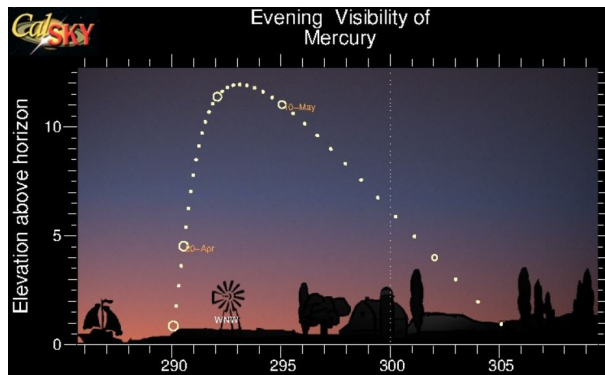
Mercure - Vénus

- Meilleures conditions autour de l'*élongation* maximale
- Vénus : visibilité donnée par la période synodique de 583 j
- Mercure : visible durant le crépuscule nautique si hauteur suffisante

### Visibilité de Vénus à son élongation maximale



### Visibilité de Mercure

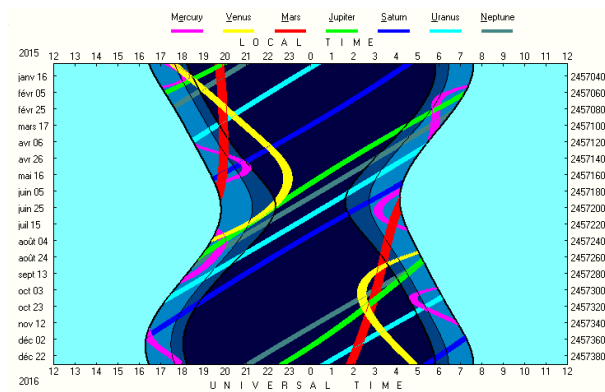


Hauteur de Mercure à la fin du crépuscule civil

## PGJ Astronomie



- <http://pgj.pagesperso-orange.fr>
- en français, vraiment très complet !



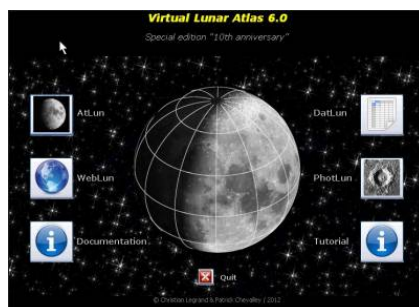
## 2.2 Les satellites naturels, les lunes

### Satellites naturels



- La Lune : PGJ Astro, Atlas Virtuel de la Lune
- Les satellites de Jupiter, Saturne et Uranus : XEphem, PGJ Astro, Calsky (diagrammes d'élongation)

## Atlas Virtuel de la Lune



- Freeware (mais pas libre), Windows/Linux/Mac
- <http://ap-i.net/avl/>

## 2.3 Les planètes mineures

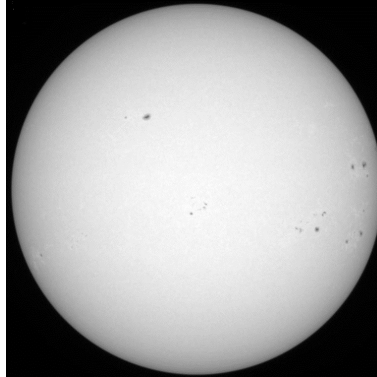
### Les petits corps du système solaire



La comète C/2014 Q2 Lovejoy prise le 12 Janvier 2015

- Planètes naines : XEphem, Stellarium
- Comètes : PGJ Astro, XEphem + Minor Planet Center
- Astéroïdes : PGJ Astro, XEphem + Minor Planet Center
- Essaims de météorites (dates, radiant, ZHR) : PGJ Astro
- Ephémérides à jour : [www.minorplanetcenter.org](http://www.minorplanetcenter.org)

## 2.4 Le Soleil

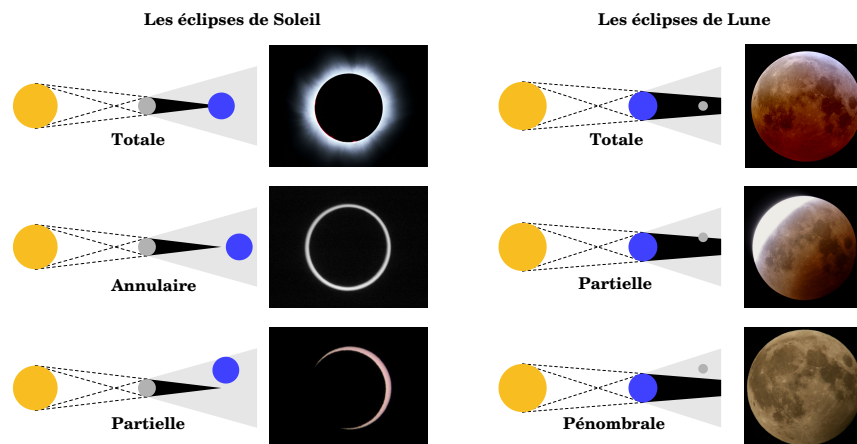


La photosphère en lumière blanche 20 Avril 2014

- Voir la surface, l'activité du Soleil
- XEphem, menu *View, Sun*
- [www.webastro.net](http://www.webastro.net), page *Etat du Soleil* : photosphère en lumière blanche, en UV, comptage des taches, activité X, magnétique, et aurorale
- Big Bear Solar Observatory [www.bbso.njit.edu/cgi-bin/LatestImages](http://www.bbso.njit.edu/cgi-bin/LatestImages) : photosphère et chromosphère en H- $\alpha$
- [www.raben.com/maps](http://www.raben.com/maps) : numérotation des régions actives

## 2.5 Observer les éclipses, occultations, passages

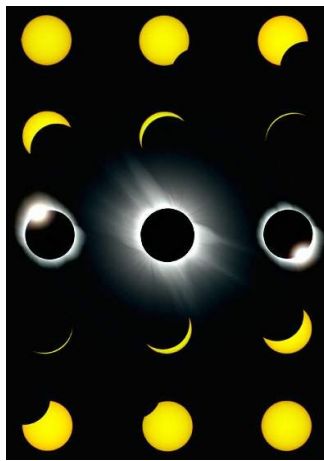
### Les éclipses de Soleil et de Lune



Les logiciels généralistes comme *Xephem* et *Stellarium* ont une précision de calcul généralement insuffisante pour prédire correctement les *circonstances*

*locales* des éclipses. On peut essayer de les utiliser, mais le résultat est aléatoire, tantôt correct, tantôt faux, une éclipse totale pouvant être donnée comme partielle. Il faut donc se tourner vers des logiciels et sites web spécialisés.

### Ressources pour la prédiction des éclipses



Eclipse du 29 Mars 2006

- Logiciels : **Emapwin**, **Lmapwin**, Sky & Telescope's Lunar.bas
- Ephémérides PGJ Astro
- Circonstances locales : Xavier Jubier, [xjubier.free.fr](http://xjubier.free.fr)

### Sky & Telescope's Lunar.bas



Eclipse totale de Lune du 15 Juin 2011

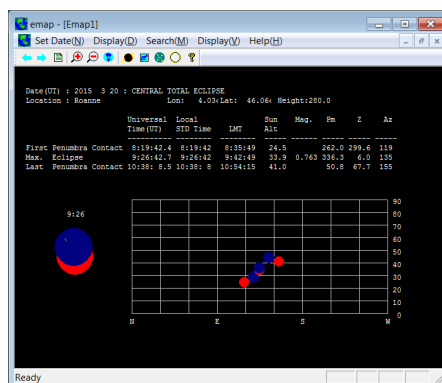
- Prédiction des éclipses de Lune (par l'ombre et la pénombre) sur une année
- BASIC Programs from Sky & Telescope, [www.skyandtelescope.com](http://www.skyandtelescope.com)
- Traduit en Fortran et compilé pour Windows ou Linux [*disponible sur demande*]

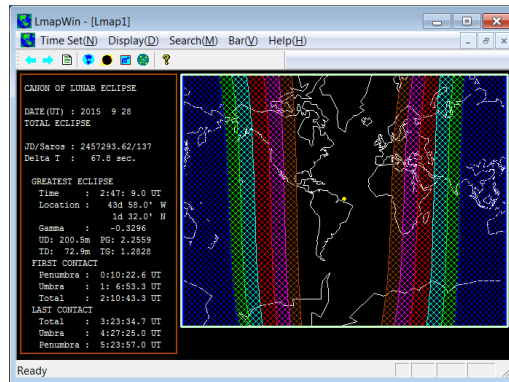
```

$ ./lunar 2015
ECLIPSE DATE: 2015  4  4
MAXIMUM PHASE: 12h  0m UT
PENUMBRAL MAG: 2.074
UMBRAL MAG   : 0.994
SEMIDURATIONS --
  PENUMBRA:  178m
  UMBRA:     104m
  TOTALITY:   0m
ECLIPSE DATE: 2015  9 28
MAXIMUM PHASE:  2h 46m UT
PENUMBRAL MAG: 2.228
UMBRAL MAG   : 1.274
SEMIDURATIONS --
  PENUMBRA:  155m
  UMBRA:     99m
  TOTALITY:   36m

```

## Emapwin & Lmapwin : éclipses de Soleil et de Lune





- Prédiction à partir d'une base de données pré-calculées
- Circonstances locales
- Freeware, Windows seulement, [www.kotenmon.com/index\\_e.htm](http://www.kotenmon.com/index_e.htm)

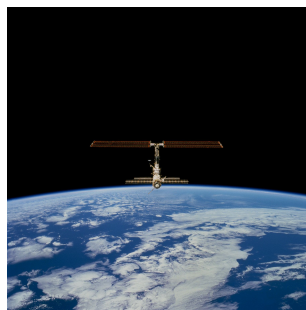
### Les phénomènes des satellites des géantes gazeuses



- Jupiter, Saturne, Uranus ont des satellites naturels (lunes) visibles aux instruments
- 4 phénomènes principaux : passage, passage de l'ombre, occultation, éclipse.
- XEphem permet de prédire ces 4 phénomènes principaux
- Phénomènes mutuels (phémus) : partiellement prédits par l'IMCCE et PGJ Astro

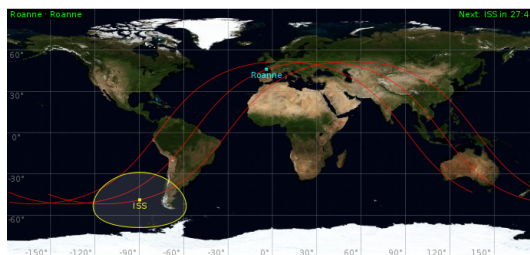
## 3 Observer les satellites artificiels

### Les satellites artificiels



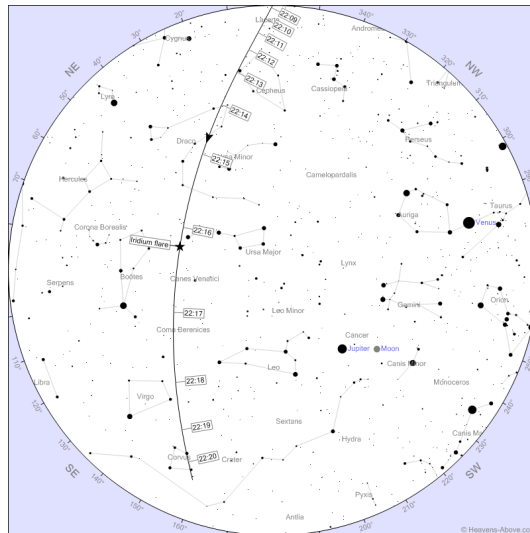
- La station spatiale internationale (ISS)
- Les flash Iridium
- Prédiction de passages et visibilité :
  - Logiciels : **Previsat**, **GPredict**, ... mais aussi Xephem et Stellarium
  - Sites web : Calsky, Heavens Above
- Ephémérides «*NORAD Two-Line Elements (TLE)*» : [www.celestrak.com](http://www.celestrak.com)

### Previsat et GPredict



- Previsat : Logiciel libre, multiplateforme, [previsat.sourceforge.net](http://previsat.sourceforge.net)
  - GPredict : Logiciel libre, Linux, [gpredict.oz9aec.net](http://gpredict.oz9aec.net)
  - Mise à jour éphémérides TLE à partir de *Celestrak*
  - Planisphère avec trajectographie
- Prévisions de visibilité en un lieu donné :
- heures de lever et coucher
  - azimuths de lever et coucher
  - hauteur maximum
  - prévision éventuelle d'éclat (magnitude)

### Calsky et Heavens above



Heavens Above : prévision d'un flash Iridium le 25/04/2015 à 22h16 depuis  
Nouan-le-Fuzelier

- [www.calsky.com](http://www.calsky.com)
- [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com) (DLR)
- Configurer le lieu d'observation (coordonnées géographiques)
- Prévisions de visibilité en un lieu donné
- Flashes Iridium

## 4 Trouver les objets du ciel profond

### Le ciel profond



Messier 13



Messier 57

- Etoiles doubles, variables, carbonées
- Astérismes, amas ouverts, amas globulaires
- Nébuleuses à émission, à réflexion, planétaires
- Galaxies
- Dans tous les cas le meilleur outil est **Stellarium**, grâce à sa fonction de recherche

## 5 Ressources générales

### Sites web

- Ephémérides du BDL/IMCCE, [www.imcce.fr](http://www.imcce.fr)
- Le *ciel du mois* (C. Magnan), [www.lacosmo.com](http://www.lacosmo.com)
- Le *guide du ciel* (G. Cannat), [www.leguideduciel.net](http://www.leguideduciel.net)
- APOD (*Astronomy Picture Of the Day*), [apod.nasa.gov](http://apod.nasa.gov)



Eclipse du 20 Mars 2015 depuis le Svalbard

- Météo : [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com), [www.meteociel.fr](http://www.meteociel.fr), [www.sat24.com](http://www.sat24.com)

## Références

- [1] J. Meeus *Calculs astronomiques à l'usage des amateurs*. Société Astronomique de France, 1986.
- [2] P. K. Seidelmann *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*. University Science Books, 2006.
- [3] R. Bate, D. Mueller, J. White *Fundamentals of Astrodynamics*. Dover Publications, 1971.