

<http://astropedia.free.fr>



# Manuel de l'Utilisateur V3.5

PreviSat  
Satellite tracking  
for everyone

I.	Présentation.....	3
II.	Interface graphique.....	4
1.	Carte du monde.....	4
2.	Visualisation "Wall Command Center".....	6
3.	Carte du ciel.....	7
4.	Mode de fonctionnement : Temps réel / Mode manuel.....	7
5.	Radar.....	8
6.	Raccourcis clavier.....	9
III.	Onglet "Général".....	10
IV.	Onglet "Éléments osculateurs".....	12
V.	Onglet "Informations satellite".....	15
VI.	Onglet "Prévisions".....	20
VII.	Onglet "Flashes Iridium".....	24
VIII.	Onglet "Options".....	28
1.	Onglet "Lieu d'observation".....	28
2.	Onglet "Configuration".....	29
3.	Onglet "Wall Command Center".....	30
IX.	Onglet "Outils".....	31
1.	Onglet "Mise à jour TLE".....	31
2.	Onglet "Extraction fichier TLE".....	31
3.	Onglet "Évènements orbitaux".....	32
4.	Onglet "Transits ISS".....	33
5.	Onglet "Flashes MetOp et SkyMed".....	35
	Annexe 1 : Liste des constellations.....	40
	Annexe 2 : Historique des versions.....	42
	Annexe 3 : Caractéristiques techniques.....	45
1.	Développement informatique.....	45
2.	Modèles et constantes utilisées.....	45
	Annexe 4 : Remerciements.....	46
1.	Traductions.....	46
2.	Graphisme (icônes, écran de démarrage).....	46
	Annexe 5 : Contact - Licence.....	47

## I. Présentation

PreviSat est un logiciel libre permettant de suivre les satellites artificiels sur une carte du monde. Il est développé en C++/Qt et fonctionne sous les systèmes d'exploitation Windows, GNU/Linux et Mac OS X. Son interface simple et intuitive est conçue pour répondre aussi bien aux attentes du néophyte qu'à celles de l'observateur averti. PreviSat permet de connaître la position des satellites dans plusieurs systèmes de coordonnées (cartésiennes, équatoriales, horizontales). Pour cela, il utilise le modèle orbital SGP4 - révisé en 2006 par David Vallado - et les éléments orbitaux appelés TLE fournis par Celestrak ou par le Space-Track. Il affiche également la position du Soleil et de la Lune.

Le modèle SGP4 ne prend en compte que les principales perturbations naturelles agissant sur le satellite (premiers termes des irrégularités du potentiel terrestre, modèle simplifié du frottement atmosphérique, perturbations luni-solaires ou phénomènes de résonance), il est donc nécessaire de réactualiser régulièrement les éléments orbitaux des satellites afin de garantir une précision optimale sur la position et la vitesse des satellites, notamment après une manœuvre de correction orbitale. Les éléments orbitaux mis à disposition sur le site [www.celestrak.com](http://www.celestrak.com) ou encore sur [www.space-track.org](http://www.space-track.org) sous forme de fichiers texte se présentent de la manière suivante, par exemple pour l'ISS (voir l'Onglet "Informations satellite" pour connaître la signification de chaque paramètre) :

```
ISS (ZARYA)
1 25544U 98067A   08289.55379628   .00014092   00000-0   10869-3   0   4451
2 25544 051.6421 119.2525 0003675 219.8593 192.3484 15.72261275567472
```

PreviSat possède 2 modes de fonctionnement : un mode temps réel et un mode manuel. Le premier mode permet de suivre en temps réel l'évolution de la position des satellites. Le second mode permet de visualiser les satellites pour des dates autres que la date système.

L'onglet Éléments osculateurs contient les paramètres orbitaux instantanés de l'orbite du satellite sélectionné. Cela permet notamment d'estimer la taille et le type de l'orbite du satellite. L'onglet Informations satellite détaille les différentes composantes du TLE et fournit aussi des informations sur le satellite lui-même (dimensions, magnitude maximale...).

PreviSat permet de calculer les prévisions de passage des satellites pour un lieu d'observation donné, avec réglage possible de nombreux paramètres (sélection du lieu d'observation, hauteur minimale du satellite, hauteur du Soleil...). PreviSat est capable de déterminer très rapidement et avec précision les flashes produits par les satellites Iridium, qui peuvent atteindre une magnitude de -8.3, ce qui est 30 à 40 fois plus brillant que Vénus.

De nombreuses options d'affichage permettant de personnaliser l'interface graphique sont disponibles (zone de visibilité des satellites, trace au sol, Soleil, zone d'ombre, Lune...). L'interface graphique permet de gérer facilement les lieux d'observation. Une catégorie de lieux d'observation particulière, appelée "Mes Préférés", permet de regrouper les lieux d'observation les plus utilisés. Deux utilitaires de gestion des TLE complètent le logiciel (mise à jour des TLEs ou création d'un fichier TLE à partir d'un fichier existant).

Il existe également trois fonctionnalités effectuant des calculs de prévisions :

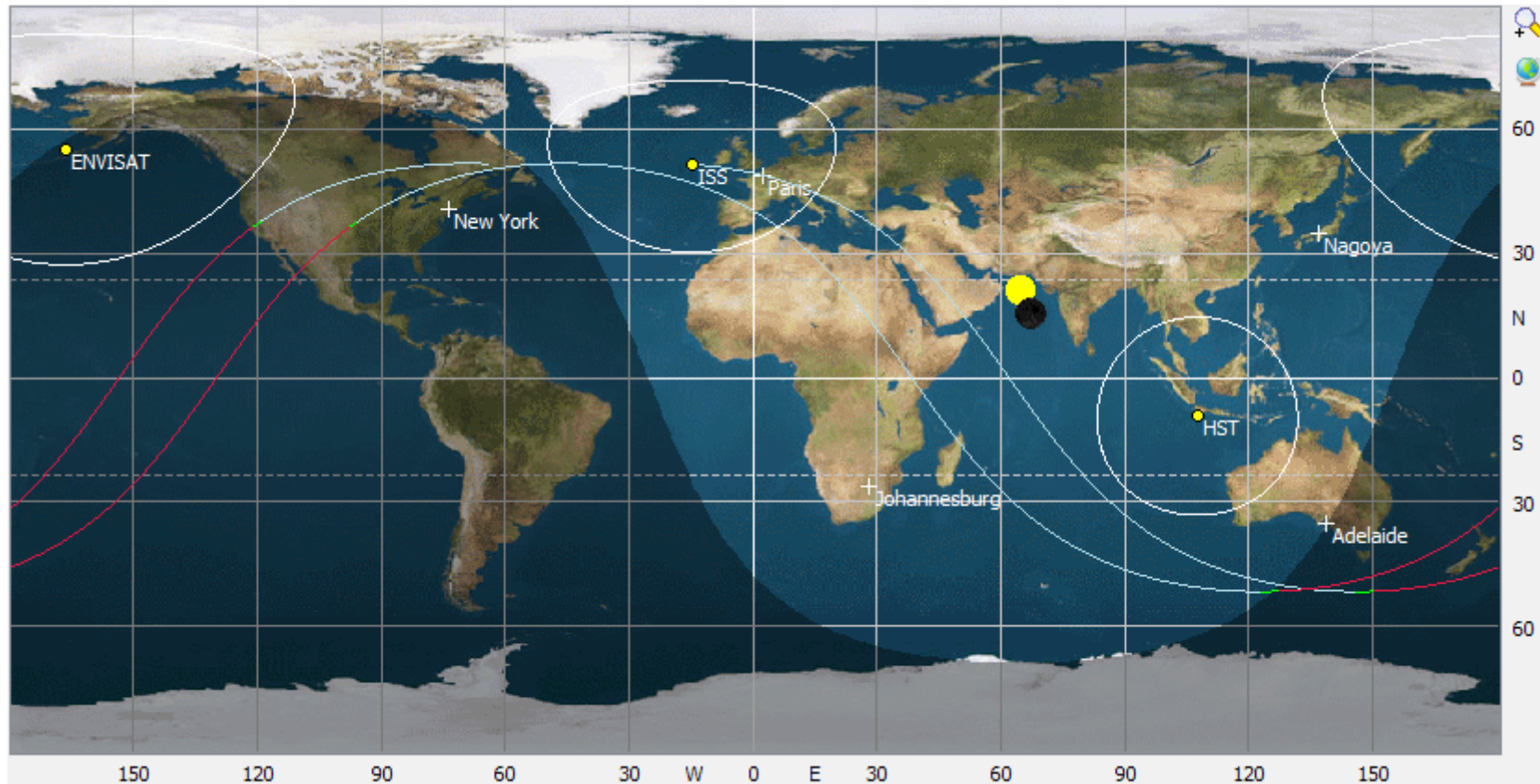
- le calcul des évènements orbitaux détermine les dates des transitions ombre/pénombre/lumière, apogée/périgée, passage aux nœuds de l'orbite, etc.,
- le calcul des transits de l'ISS devant la Lune ou le Soleil,
- le calcul des flashes MetOp et SkyMed.

PreviSat dispose d'une visualisation "Wall Command Center" ressemblant le plus fidèlement possible au centre de contrôle de l'ISS à la NASA. Cette visualisation permet notamment d'afficher le flux vidéo en direct de l'ISS.

## II. Interface graphique

### 1. Carte du monde

Lorsqu'elle est affichée, la **carte du monde** est le principal élément visuel de l'interface graphique.



Sur celle-ci apparaissent de nombreux éléments dont les plus importants sont les lieux d'observation, représentés par une croix blanche et les satellites, représentés par un petit disque coloré. Des étiquettes sont assignées respectivement à ces deux éléments. La couleur du disque représentant le satellite varie selon l'état d'éclairement du satellite :

- le disque est jaune si le satellite est éclairé par le Soleil,
- le disque est vert si le satellite est situé dans la pénombre de la Terre,
- le disque est rouge si le satellite est situé dans l'ombre de la Terre.

Le contour blanc autour du satellite représente **la zone de visibilité** du satellite, celui-ci est donc visible depuis l'ensemble des points du globe situés à l'intérieur de cette zone. Dans la réalité, la forme de la zone de visibilité est toujours un cercle (abstraction faite de l'aplatissement du globe terrestre), mais la projection sur le planisphère peut donner lieu à des formes variées.

On dessine la **trace au sol** des orbites futures du satellite. La couleur de cette courbe est bleue claire lorsque le satellite est éclairé par le Soleil, verte lorsque le satellite est dans la pénombre de la Terre, et rouge lorsque le satellite est dans l'ombre de la Terre.

Le **Soleil** est dessiné par un disque jaune sur la carte. Pour un lieu d'observation dont les coordonnées géographiques se confondent avec le centre du disque solaire, ce dernier se trouve au zénith du lieu d'observation considéré.

La **zone d'ombre** est la région du globe située dans la nuit. On peut observer l'évolution de la position de la zone d'ombre au cours de la journée (alternance jour/nuit) et de sa forme au cours de l'année (saisons).

La **Lune** est également représentée sur la carte du monde, et sa phase y est dessinée telle qu'elle apparaît dans le ciel de l'observateur.

Il faut préciser que la taille du disque solaire n'est pas représentative de la réalité, tout comme la taille des disques représentant les satellites et la Lune.

Sur la carte du monde est également affichée la grille des coordonnées géographiques graduée de 30 en 30 degrés, ainsi que les tropiques. Le méridien au centre de la carte est le méridien de Greenwich.

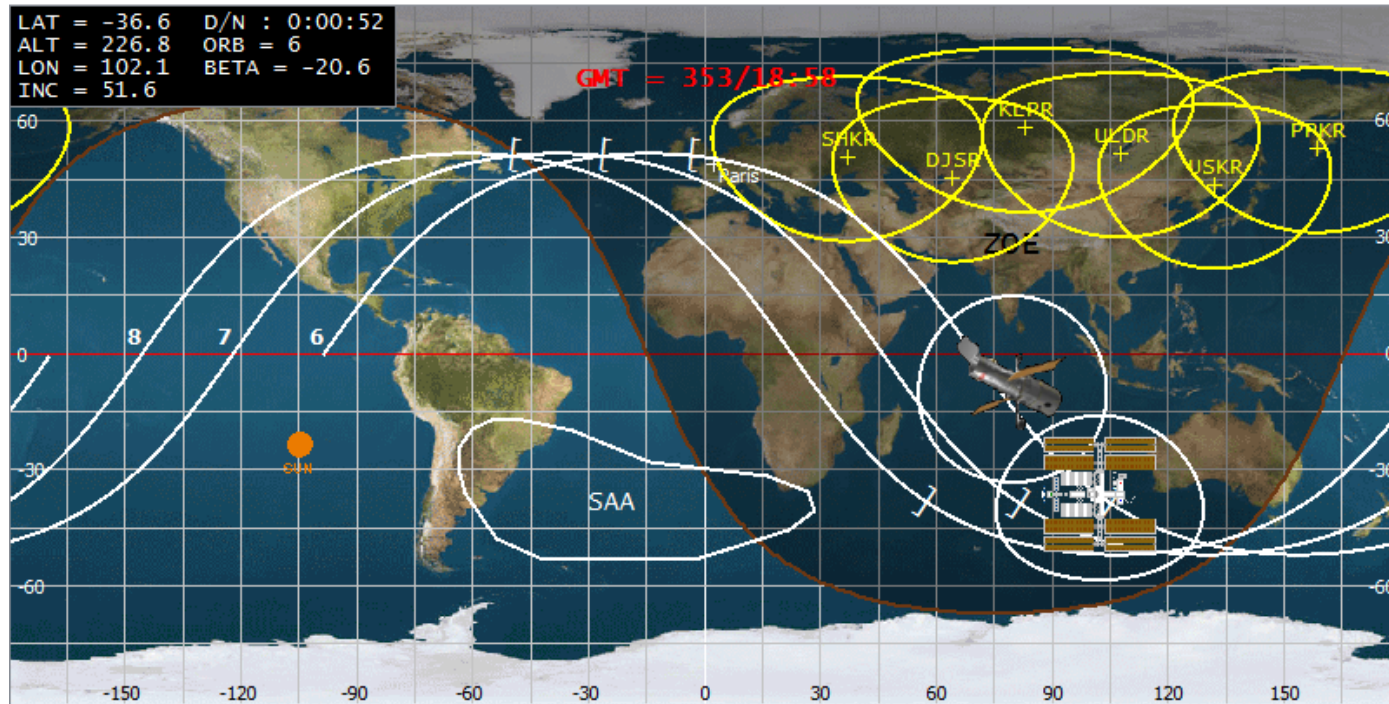
Tous les éléments décrits ci-dessus (sauf le lieu d'observation par défaut) peuvent être rendus non affichables en décochant les cases de l'onglet **Options/Configuration**.

Il est aussi possible de sélectionner le satellite par défaut en cliquant sur le dessin du satellite sur la carte du monde (ou sur le radar), ou bien en faisant clic droit sur la liste de satellites.



## 2. Visualisation "Wall Command Center"


Lorsque la case "ISS Live" est cochée, la représentation de la carte du monde est modifiée.



Il est alors possible d'afficher le flux vidéo en direct de l'ISS en cliquant sur le bouton "NASA". La plupart du temps, la caméra à bord de l'ISS pointe en direction du sol. Parfois, elle montre l'intérieur de la station, et on peut voir l'équipage. Lors d'une sortie extravéhiculaire (EVA), la caméra est placée sur le casque d'un astronaute.





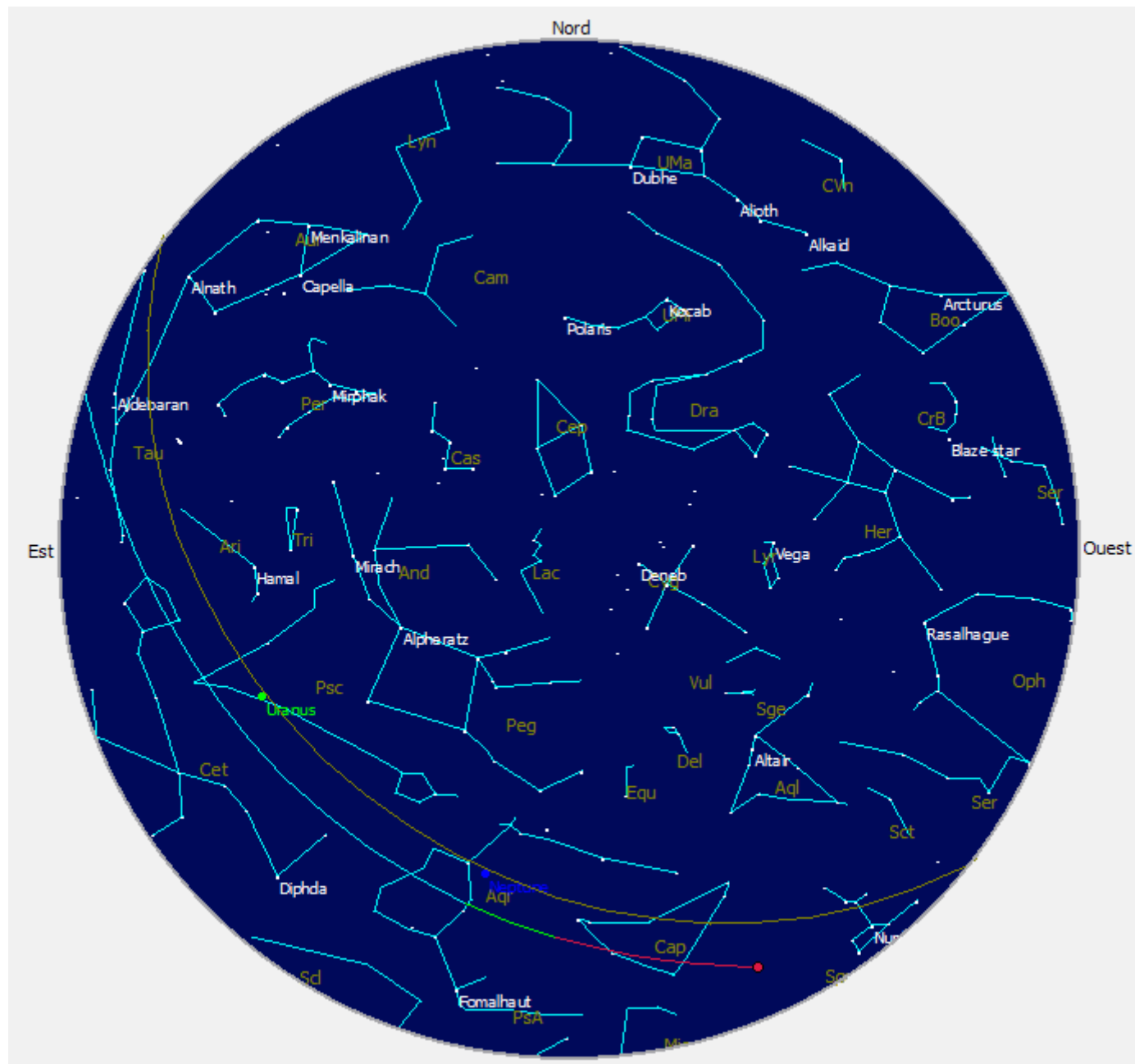
Vous pouvez double cliquer sur la vidéo pour l'afficher en plein écran, ou  cliquer sur le bouton pour l'avoir dans une fenêtre séparée.

Note : parce qu'il y a un délai dans la diffusion du flux ISS Live, les dates des entrées et de sorties d'éclipse observées sur la vidéo ne sont pas simultanées avec les valeurs affichées par PreviSat.

### 3. Carte du ciel

La **carte du ciel** représente le ciel vu depuis le lieu d'observation sélectionné à l'instant donné.

Lorsque ceux-ci ont une hauteur positive, on peut y voir représentés les satellites, le Soleil, la Lune, les principales planètes (de Mercure à Neptune) et les étoiles.



Sur cette image prise le 19 juillet 2015, on peut apercevoir l'ISS (horizon Sud-Ouest). Le long de l'écliptique (en jaune), se trouvent les planètes Neptune dans la constellation du Verseau (A qr) et Uranus dans la constellation des Poissons (Psc).

#### 4. Mode de fonctionnement : Temps réel / Mode manuel

Par défaut et à chaque démarrage, PreviSat est dans le mode **Temps réel**, c'est-à-dire que l'affichage des éléments de la carte du monde, ainsi que les données numériques des onglets Général et Éléments osculateurs, suivent l'heure du système d'exploitation. Différents pas de temps compris entre 1 et 60 secondes peuvent être choisis dans la liste déroulante en mode **Temps réel** pour le rafraîchissement des données numériques ainsi que les courbes sur la carte du monde ou la carte du ciel.

Le **Mode manuel** est activable de plusieurs manières différentes :

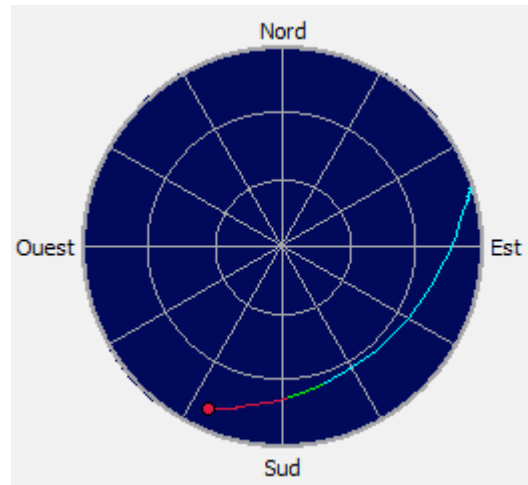
- en cochant le Mode manuel dans la liste de choix,
- en appuyant sur les touches :
  - F10 : basculer du Temps réel vers le Mode manuel et vice versa.
  - F11 : reculer dans le temps par pas de temps spécifié dans la liste déroulante.
  - F12 : avancer dans le temps par pas de temps spécifié dans la liste déroulante.
- en double-cliquant sur la date dans l'onglet **Général** ou **Éléments osculateurs**.

On peut également utiliser le mode manuel en modifiant la (les) valeur(s) de la date de l'onglet **Général** ou **Éléments osculateurs** (jour, mois, année, heures, minutes ou secondes).

Lorsque le mode manuel est activé, une barre d'outils de simulation apparaît sur l'onglet **Général** permettant de se déplacer automatiquement au cours du temps, à partir de n'importe quelle date.

#### 5. Radar

Le radar représente le ciel de l'observateur projeté sur un plan.



Le cercle extérieur reproduit l'horizon (idéal) de l'observateur et le centre du radar est le zénith du lieu. Les autres cercles concentriques sont les cercles de hauteur 30 et 60 degrés. Les azimuts sont gradués de 30° en 30°. Il est dessiné sur le radar, lorsque ceux-ci sont dans le ciel de l'observateur, le Soleil, la Lune et les satellites sélectionnés. La couleur du fond du radar, qui varie selon la hauteur du Soleil, est purement indicative et ne saurait représenter fidèlement la couleur du ciel.

## 6. Raccourcis clavier

Touche	Raccourcis
<b>F1</b>	Affiche le fichier d'aide.
<b>F8</b>	Capture d'écran de la fenêtre principale.
<b>F9</b>	Bascule carte du monde / carte du ciel.
<b>F10</b>	Bascule Temps réel / Mode manuel.
<b>F11 (F6 sur MacOS X)</b>	Étape précédente.
<b>F12 (F7 sur MacOS X)</b>	Étape suivante.
<b>Ctrl + M</b>	Maximisation / Minimisation de la carte.
<b>Ctrl + N</b>	Vision nocturne.
<b>Ctrl + O</b>	Ouvrir fichier TLE.
<b>Ctrl + S</b>	Enregistrer dans un fichier texte les données de l'onglet affiché.
<b>A...Z</b>	Permet de se déplacer dans la liste des satellites lorsque celle-ci est active.

### III. Onglet "Général"

L'onglet **Général** contient toutes les informations nécessaires pour connaître la position du satellite par défaut par rapport au lieu d'observation.

Général	Éléments osculateurs	Informations satellite	Prévisions	Flashes Iridium	Options	Outils
Date : Samedi 31 août 2013 07:16:21 UTC + 02:00						
Lieu d'observation : Paris		Conditions : Jour		Coordonnées du Soleil : Hauteur : +01° 12' 20" Azimut (N) : 077° 51' 56" Distance : 1.009 UA Ascension droite : 10h 37m 33s Déclinaison : +08° 51' 54" Constellation : Leo		
Longitude : 002° 20' 43" Est	Latitude : 48° 51' 39" Nord	Altitude : 60 m				
Nom : ISS		Temps écoulé depuis l'époque : 0.71 jours		Coordonnées de la Lune : Hauteur : +46° 27' 40" Azimut (N) : 120° 42' 20"		
Longitude : 097° 03' 55" Est	Hauteur : -26° 09' 19"	Ascension droite : 13h 03m 55s				
Latitude : 47° 30' 16" Nord	Azimut (N) : 051° 56' 46"	Déclinaison : +01° 50' 07"				
Altitude : 418.1 km	Distance : 6484.6 km	Constellation : Vir				
Direction : Ascendant	Satellite non visible (11%)					
Vitesse orbitale : 7.667 km/s	Orbite n°84634					
Variation distance : +2.658 km/s	Prochain AOS : 31/08/2013 11:46:35 (dans 04h 30min). Azimut : 198° 30'					

Tout d'abord, il est indiqué la date courante, qui peut être celle du système ou bien celle choisie par l'utilisateur. Il est possible de passer du mode Temps réel au mode Manuel en double-cliquant sur l'étiquette contenant la date. Nous rappelons ensuite les coordonnées du lieu d'observation par défaut (nom, longitude, latitude et altitude). Nous affichons également les **conditions d'observations**, c'est-à-dire une indication sur la hauteur du Soleil ( $H_s$ ) :

- Jour ( $H_s > 0^\circ$ ),
- Crépuscule civil ( $-6^\circ < H_s < 0^\circ$ ),
- Crépuscule nautique ( $-12^\circ < H_s < -6^\circ$ ),
- Crépuscule astronomique ( $-18^\circ < H_s < -12^\circ$ ),
- Nuit ( $H_s < -18^\circ$ ).

Nous donnons ensuite le nom du satellite par défaut, ainsi que l'écart en jours entre la date courante et l'époque du TLE. La couleur affectée à l'âge du TLE donne une indication approximative de la qualité du TLE (la couleur verte indique un TLE récent, tandis que la couleur rouge indique un TLE vieux).

Puis, nous avons regroupé les coordonnées du satellite dans différents repères :

- **Longitude, latitude et altitude :**

Ce sont les coordonnées terrestres survolées par le satellite, où l'altitude est calculée par rapport au niveau de la mer en tenant compte de l'aplatissement du globe terrestre. Il s'agit donc du point du globe où le satellite passe au zénith.

- **Hauteur, azimut et distance :**

Ce sont sans doute les coordonnées les plus utiles pour l'observation, puisqu'elles sont liées directement au lieu d'observation. La hauteur, également appelée angle d'élévation ou angle de site, est l'angle compté verticalement entre l'horizon et le satellite. Cet angle est compris entre 0 et 90° lorsque le satellite est dans le ciel de l'observateur, et négatif lorsqu'il est en-dessous de l'horizon<sup>1</sup>. L'azimut est l'angle compté horizontalement depuis le Nord et croissant vers l'Est. Cet angle, compris entre 0 et 360°, est celui que l'on retrouve sur les boussoles (Nord = 0°, Est = 90°, Sud = 180°, Ouest = 270°). Enfin, on indique la distance entre le satellite et le lieu d'observation (tenant compte de l'aplatissement de la Terre).

- **Ascension droite, déclinaison et constellation :**

Ces coordonnées servent à repérer le satellite parmi les étoiles. L'ascension droite, dont l'origine est le point vernal situé dans la constellation des Poissons, est comptée par convention de 0 à 24 heures et croissant vers l'Est le long de l'équateur céleste. La déclinaison est l'angle mesuré en degrés de part et d'autre de l'équateur céleste (de 0 à +90° dans l'hémisphère céleste boréal, et de 0 à -90° dans l'hémisphère céleste austral).

- Sont ensuite données diverses informations concernant le mouvement du satellite, c'est-à-dire la **direction** du satellite sur son orbite (ascendant s'il se déplace du Sud vers le Nord, et descendant dans le cas contraire), la **vitesse orbitale** et le **taux de variation de la distance satellite - observateur** (négatif si le satellite se rapproche de l'observateur).

<sup>1</sup> La hauteur, lorsque celle-ci est positive, est corrigée de la réfraction atmosphérique par la formule donnée dans l'**Astronomical Algorithms** 2<sup>nd</sup> édition, Jean Meeus, p. 106.

- On fournit, lorsque le satellite possède une hauteur positive et n'est pas éclipsé, la **magnitude** et l'**illumination** (en %). La valeur de la magnitude est suivie d'un astérisque quand le satellite est dans la pénombre de la Terre, ce qui suppose un affaiblissement de l'éclat du satellite.

Il est affiché ensuite le **nombre d'orbites** effectuées depuis le lancement (nombre incrémenté chaque fois que le satellite passe au nœud ascendant).

Enfin, nous affichons la date du **prochain AOS** (Acquisition of signal), c'est-à-dire la prochaine date où le satellite sélectionné sera au-dessus de l'horizon du lieu d'observation. Le prochain **LOS** (Loss of signal) correspond au moment où le satellite disparaît derrière l'horizon. Nous donnons également le délai de l'AOS (resp. du LOS) par rapport à la date courante, ainsi que l'azimut où apparaîtra (resp. disparaîtra) le satellite.

Nous donnons ensuite les coordonnées du Soleil et de la Lune<sup>2</sup> dans les repères suivants :

- Hauteur, azimut, distance,
- Ascension droite, déclinaison, constellation.

La distance affichée ici est la distance à l'observateur, qui est en général différente de la distance géocentrique. Nous donnons également les informations concernant la phase de la Lune, sa fraction illuminée (en %) et sa magnitude.

Il est tout à fait possible d'enregistrer dans un fichier texte les valeurs fournies dans cet onglet en cliquant sur le bouton **Enregistrer** dans le menu principal ou avec le raccourci Ctrl + S.

<sup>2</sup> Les positions du Soleil et de la Lune sont calculées à partir de modèles simplifiés (**Astronomical Algorithms** 2<sup>nd</sup> édition, de Jean Meeus), il peut donc exister des différences par rapport à des éphémérides précises (une trentaine de secondes d'angle au maximum pour le Soleil).



## IV. Onglet "Éléments osculateurs"

L'onglet **Éléments osculateurs** contient les données concernant la position et la vitesse du satellite.

Général	Éléments osculateurs	Informations satellite	Prévisions	Flashes Iridium	Options	Outils
Date : Jeudi 12 novembre 2015 19:34:05 UTC +01:00						
Nom : <b>ISS</b>						
1 25544U 98067A 15315.52068756 .00012053 00000-0 18319-3 0 9990						
2 25544 51.6449 68.7539 0006638 129.5613 291.4123 15.54983950970961						
Vecteur d'état <b>ECEF</b>		Éléments osculateurs <b>Paramètres képlériens</b>			Signal	
x : +3785.604 km		Demi-grand axe : 6777.8 km		AD noeud ascendant : 62.5197°		Doppler@100MHz : -133 Hz
y : -3242.742 km		Excentricité : 0.0014372		Argument du périégée : 94.5246°		Atténuation : 152.12 dB
z : -4604.418 km		Inclinaison : 51.6349°		Anomalie moyenne : 145.3107°		Délai : 32.10 ms
vx : +1.866290 km/s		Anomalie vraie : 145.4043°		Apogée (Altitude) : 6787.5 km (409.4 km)		
vy : +6.444655 km/s		Anomalie excentrique : 145.3575°		Périégée (Altitude) : 6768.0 km (389.9 km)		
vz : -3.013581 km/s		Champ de vue : ±20.19°		Période orbitale : 1h 32m 21s		

Dans cet onglet, nous rappelons la date, qui est identique à celle de l'onglet Général, puis le nom du satellite et les 2 lignes des éléments orbitaux du TLE. Ces éléments orbitaux sont dits moyens, c'est-à-dire qu'ils ne représentent pas l'orbite réelle au moment de l'époque du TLE. Les éléments osculateurs, caractéristiques vraies de l'orbite à un instant donné, varient avec le temps et représentent l'orbite que le satellite suivrait si toutes les perturbations que subit le satellite disparaissaient soudainement.

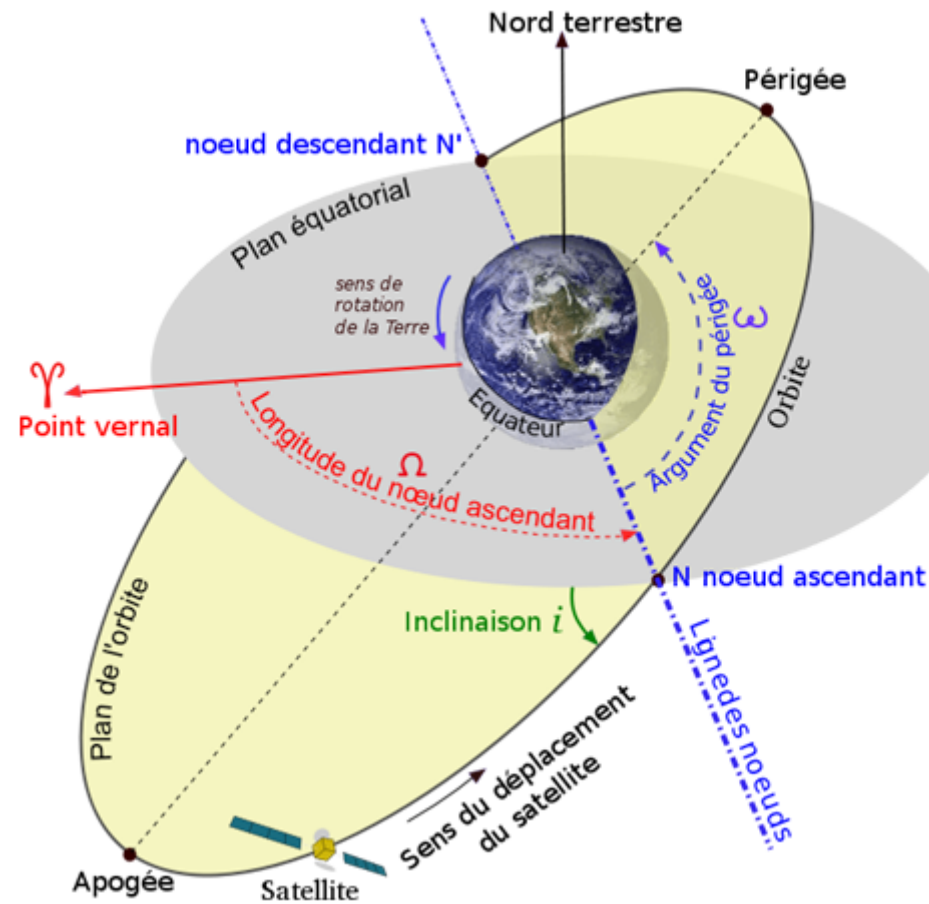
Nous donnons tout d'abord sous le nom de **vecteur d'état** les valeurs fournies par le modèle SGP4, à savoir les composantes du vecteur position et du vecteur vitesse dans le repère ECI (Earth Centered Inertial). Il est possible d'avoir les composantes des vecteurs position et vitesse dans un repère lié à la Terre (ECEF Earth Centered, Earth Fixed). Puis à partir des composantes de ces vecteurs exprimées dans le repère ECI, nous calculons les éléments osculateurs suivants<sup>3</sup> :

- le **demi-grand axe (a)** de l'ellipse, caractérisant la taille de l'orbite,

<sup>3</sup> Les formules utilisées sont issues de **Fundamental of Astrodynamics and Applications**, 2<sup>nd</sup> édition, de David Vallado.

- l'**excentricité (e)**, caractérisant la forme de l'ellipse,
- l'**inclinaison (i)** de l'orbite par rapport au plan de l'équateur céleste, toujours comprise entre 0 et 180°. Les types d'orbite selon la valeur de l'inclinaison sont les suivants :
  - les orbites équatoriales ont une inclinaison de 0° ou de 180°,
  - les orbites directes ont une inclinaison comprise entre 0 et 90°,
  - les orbites rétrogrades ont une inclinaison comprise entre 90 et 180°,
  - les orbites polaires ont une inclinaison de 90°.
- l'**ascension droite du nœud ascendant ( $\Omega$ )** est l'angle exprimé en degrés entre le point vernal et le nœud ascendant de l'orbite (point où le satellite traverse le plan de l'équateur céleste du Sud vers le Nord) et compté le long de l'équateur céleste.
- l'**argument du périégée ( $\omega$ )** est l'angle en degrés compté le long du plan orbital entre le nœud ascendant et le périégée (point où le rayon vecteur passe par un minimum).
- l'**anomalie moyenne (M)** est l'angle compté le long du plan orbital depuis le périégée jusqu'à la position moyenne du satellite.
- l'**anomalie vraie (v)** est l'angle compté le long du plan orbital depuis le périégée jusqu'à la position vraie du satellite.

On déduit des éléments osculateurs précédents, le **périégée** (minimum du rayon vecteur), l'**apogée** (maximum du rayon vecteur), la **période orbitale** ainsi que le **champ de vue**.



Éléments orbitaux képlériens (Source Wikipedia)

Note : lire "ascension droite du nœud ascendant" au lieu de "longitude du nœud ascendant"

D'autres éléments orbitaux sont disponibles pour des orbites circulaires et/ou équatoriales. Pour une orbite circulaire on définit les éléments suivants :

$$\begin{aligned}
 & a \\
 e_x &= e \cos \omega \\
 e_y &= e \sin \omega \\
 & i \\
 & \Omega \\
 \alpha &= \omega + M
 \end{aligned}$$

$\alpha$  est appelée position sur orbite (PSO).

Pour une orbite équatoriale, on définit :

$$\begin{aligned}
 & a \\
 & e \\
 i_x &= \tan\left(\frac{i}{2}\right) \cos \Omega \\
 i_y &= \tan\left(\frac{i}{2}\right) \sin \Omega \\
 \tilde{\omega} &= \omega + \Omega \\
 & M
 \end{aligned}$$

$\tilde{\omega}$  est appelée longitude du périée.

Pour une orbite circulaire équatoriale, on définit :

$$\begin{aligned}
 e_x &= e \cos(\omega + \Omega) \\
 e_y &= e \sin(\omega + \Omega) \\
 i_x &= \tan\left(\frac{i}{2}\right) \cos \Omega \\
 i_y &= \tan\left(\frac{i}{2}\right) \sin \Omega \\
 l &= \omega + \Omega + \nu
 \end{aligned}$$

$l$  est appelée argument de longitude vraie.

Il est possible d'enregistrer dans un fichier texte les valeurs fournies dans cet onglet en cliquant sur le bouton **Enregistrer** dans le menu principal ou avec le raccourci Ctrl + S.

## V. Onglet "Informations satellite"

L'onglet **Informations satellite** fournit les éléments orbitaux moyens du TLE.

Général	Éléments osculateurs	Informations satellite	Prévisions	Flashes Iridium	Options	Outils
Nom : <b>ISS</b>						
1 25544U 98067A 15313.52659944 .00013582 00000-0 20582-3 0 9996						
2 25544 51.6445 78.7085 0006639 120.5971 290.3665 15.54938459970652						
Recherche données satellite...						
Numéro NORAD : 25544		Moyen mouvement : 15.54938459 rev/jour	Date de lancement : 20/11/1998			
Désignation COSPAR : 98067A		n' / 2 : 0.00013582 rev/jour <sup>2</sup>	Catégorie d'orbite : LEO/I			
Époque (UTC) : 09/11/2015 12:38:18		n" / 6 : 0.00000000 rev/jour <sup>3</sup>	Pays/Organisation : ISS			
Coeff pseudo-balistique : 0.00020582 (1/Re)		Nb orbites à l'époque : 97065				
Inclinaison : 51.6445°		Anomalie moyenne : 290.3665°				
AD noeud ascendant : 78.7085°		Magnitude std/max : -0.5v/-2.5				
Excentricité : 0.0006639		Modèle orbital : SGP4 (NE)				
Argument du périée : 120.5971°		Dimensions/Section : Cylindrique. L=30.0 m, R=20.0 m / 348.00 m <sup>2</sup>				

Nous donnons tout d'abord le nom du satellite et les 2 lignes composant le TLE puis successivement :

- le **numéro NORAD** : numéro d'identification assigné séquentiellement par le North American Aerospace Defense Command qui fait référence à un objet unique (satellite, débris).
- la **désignation COSPAR** (COmmittee on SPAce Research) : fournit l'année de lancement, le numéro du lancement dans l'année, ainsi qu'une à trois lettres désignant une pièce du lancement.
- l'**époque** du TLE est donnée dans un format particulier : les 2 premiers chiffres représentent l'année, les chiffres suivants sont le nombre de jours (avec décimales) écoulés depuis le 1<sup>er</sup> janvier. L'époque est donnée en Temps Universel Coordonné (UTC).

- le **coefficient pseudo-balistique** caractérise la traînée atmosphérique et sa dimension est donnée en inverse du rayon terrestre. Le modèle SGP4 utilise cette valeur pour estimer le freinage atmosphérique.
- le **moyen mouvement**, exprimé en nombre de révolutions par jour.
- la **moitié de la dérivée première du moyen mouvement** exprimée en révolutions par jour au carré, elle représente l'accélération ou la décélération du satellite. Il s'agit le plus souvent d'une accélération, lorsque le satellite descend vers une orbite légèrement plus basse; une décélération peut avoir lieu lors d'une manœuvre du satellite (ce paramètre n'est pas utilisé dans le modèle SGP4).
- le **sixième de la dérivée seconde du moyen mouvement** est exprimé en révolutions par jour au cube (ce paramètre n'est pas utilisé dans le modèle SGP4).
- le **nombre d'orbites à l'époque** (issu du TLE).
- l'**inclinaison** moyenne.
- l'**ascension droite moyenne du nœud ascendant**.
- l'**excentricité** moyenne.
- l'**argument du périhélie** moyen.
- l'**anomalie moyenne** "moyenne".
- la **magnitude standard** et la **magnitude maximale**. La magnitude standard est issue d'un fichier interne à PreviSat. La lettre qui suit sa valeur indique comment celle-ci a été déterminée : **d** elle est calculée en fonction des dimensions du satellite; **v** elle est

estimée d'après des observations visuelles. La magnitude maximale est évaluée à partir de la magnitude standard, du demi-grand axe et de l'excentricité.

- le **modèle orbital** utilisé (SGP4). Pour les satellites dont la période est inférieure à 225 minutes, on précise "NE" (Near Earth); dans le cas contraire, on indique "DS" (Deep Space).
- les **dimensions de l'objet** et la **section équivalente radar** issues d'un fichier interne.
- la **date de lancement** de l'objet.
- la **catégorie de l'orbite** (cf. tableau 1 ci-dessous).
- le **pays** ou l'**organisation** propriétaire de l'objet (cf. tableau 2 ci-dessous).

En cliquant sur le bouton **Recherche données satellite**, on accède aux informations pour l'ensemble des objets listés par le Space-track. Il est possible d'effectuer une recherche soit à partir du nom de l'objet, soit à partir du numéro NORAD, soit à partir de la désignation COSPAR.



Général   Éléments osculateurs   Informations satellite   Prévisions   Flashs Iridium   Options   Outils

Recherche

Nom :    NORAD :    COSPAR :    [Informations satellite](#)

Objets trouvés (62) :

<ul style="list-style-type: none"> <li>SPUTNIK 1</li> <li>SPUTNIK 2</li> <li>SPUTNIK 3</li> <li>SPUTNIK 4</li> <li>SPUTNIK 4 CABIN</li> <li>SPUTNIK 4 DEB</li> <li>SPUTNIK 4 DEB</li> <li>SPUTNIK 4 DEB</li> <li>SPUTNIK 4 DEB</li> </ul>	<p>Nom : SPUTNIK 1</p> <p>Numéro NORAD : 00002</p> <p>Désignation COSPAR : 1957-001B</p> <p>Date de lancement : 1957/10/04</p> <p>Date de rentrée : 1958/01/04</p> <p>Catégorie d'orbite : LEO/I</p> <p>Pays/Organisation : CIS</p> <p>Site de lancement : TTMR</p>	<p>Magnitude std/max : ?/?</p> <p>Modèle orbital : SGP4 (NE)</p> <p>Dimensions/Section : Inconnues</p> <p>Apogée (Altitude) : 7323 km (945 km)</p> <p>Périgée (Altitude) : 6605 km (227 km)</p> <p>Période orbitale : 1h 36m 06s</p> <p>Inclinaison : 65.00°</p>
---	---	--

Il est possible d'enregistrer dans un fichier texte les valeurs fournies dans cet onglet en cliquant sur le bouton **Enregistrer** dans le menu principal ou avec le raccourci Ctrl + S.

Désignat ion	Signification	Période h	Inclinai on °	Excentri cité	Périgée km	Apogée km
<b>ATM</b>	Atmosphérique	-	0.0 - 180.0	0.0 - 1.0	<80	0 - 80
<b>TAO</b>	Trans-atmosphérique	-	0.0 - 180.0	0.0 - 1.0	0-80	>80
<b>SO</b>	Suborbital	-	0.0 - 180.0	0.0 - 1.0	<0	>80
<b>LEO/E</b>	Equatorial basse orbite	1:26 - 2:00	0.0 - 20.0	0.0 - 0.21	80 - 1682	80 - 3284
<b>LEO/I</b>	Intermédiaire	1:26 - 2:00	20.0 - 85.0	0.0 - 0.21	80 - 1682	80 - 3284
<b>LEO/P</b>	Polaire	1:26 - 2:00	85.0 - 95.0	0.0 - 0.21	80 - 1682	80 - 3284
<b>LEO/S</b>	Héliosynchrone	1:26 - 2:00	95.0 - 104.0	0.0 - 0.21	80 - 1682	80 - 3284
<b>LEO/R</b>	Rétrograde	1:26 - 2:00	104.0 - 180.0	0.0 - 0.21	80 - 1682	80 - 3284
<b>MEO</b>	Medium	2:00 - 23:00	0.0 - 180.0	0.0 - 0.5	80 - 34680	1682 - 55209
<b>HEO</b>	Haute elliptique	4:03 - 23:00	0.0 - 180.0	0.5 - 0.92	80 - 14331	13000 - 69280
<b>HEO/M</b>	Molniya	11:30 - 12:30	62.0 - 64.0	0.5 - 0.77	80 - 7294	19489 - 41854
<b>GTO</b>	Transfert GEO	10:00 - 12:30	0.0 - 85.0	0.5 - 0.77	-	-
<b>GEO/S</b>	Stationnaire géosynchrone	23:55.5 - 23:56.5	0.0 - 2.0	0.0 - 0.01	35353 - 35795	35775 - 36217
<b>GEO/I</b>	GEO incliné	23:55.5 - 23:56.5	0.0 - 20.0	0.0 - 0.05	33667 - 35795	35775 - 37903
<b>GEO/T</b>	Synchrone	23:55.5 - 23:56.5	0.0 - 180.0	0.0 - 0.85	80 - 35795	35775 - 71510
<b>GEO/D</b>	GEO dérivant	23:00 - 25:00	0.0 - 2.0	0.0 - 0.05	32628 - 37028	34681 - 39198
<b>GEO/ID</b>	GEO dérivant incliné	23:00 - 25:00	0.0 - 20.0	0.0 - 0.05	32628 - 37028	34681 - 39198
<b>GEO/NS</b>	Presque synchrone	23:00 - 25:00	0.0 - 180.0	0.0 - 0.85	80 - 37028	34681 - 73976
<b>DSO</b>	Espace profond	>25:00	0.0 -	0.0 - 0.50	>15325	>37028

			180.0			
<b>DHEO</b>	Espace profond excentrique	>25:00	0.0 - 180.0	0.50 - 1.00	>80	>58731
<b>CLO</b>	Lunaire		0.0 - 180.0	0.0 - 1.00		>318200
<b>EEO</b>	Libération terrestre					
<b>HCO</b>	Héliocentrique					
<b>PCO</b>	Planétocentrique					
<b>PEO</b>	Libération planétaire					
<b>SSE</b>	Libération système solaire					

Tableau 1 : catégories d'orbite  
(<http://planet4589.org/space/log/orbits.html>)

Désignat ion	Signification
<b>AB</b>	Organisation arabe pour communications par satellite
<b>AC</b>	Asiatsat corp
<b>ALG</b>	Algérie
<b>ARGN</b>	Argentine
<b>ASRA</b>	Autriche
<b>AUS</b>	Australie
<b>AZER</b>	Azerbaïdjan
<b>BELA</b>	Biélorussie
<b>BRAZ</b>	Brésil
<b>CA</b>	Canada
<b>CHBZ</b>	République populaire de Chine/Brésil
<b>CHLE</b>	Chili
<b>CIS</b>	Communauté des états indépendants
<b>COL</b>	Colombie
<b>CZCH</b>	Tchécoslovaquie
<b>DEN</b>	Danemark
<b>ECU</b>	Equateur
<b>EGYP</b>	Egypte
<b>ESA</b>	Agence spatiale européenne
<b>ESRO</b>	Organisation de recherche spatiale européenne
<b>EST</b>	Estonie

<b>EUME</b>	Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques
<b>EUTE</b>	Organisation européenne des satellites de télécommunication (EUTELSAT)
<b>FGER</b>	France/Allemagne
<b>FR</b>	France
<b>GER</b>	Allemagne
<b>GLOB</b>	Globalstar
<b>GREC</b>	Grèce
<b>HUN</b>	Hongrie
<b>IM</b>	Organisation internationale des satellites maritimes (INMARSAT)
<b>IND</b>	Inde
<b>INDO</b>	Indonésie
<b>IRAN</b>	Iran
<b>IRID</b>	Iridium
<b>ISRA</b>	Israël
<b>ISS</b>	Station spatiale internationale
<b>IT</b>	Italie
<b>ITSO</b>	Organisation internationale des satellites de télécommunication (INTELSAT)
<b>JPN</b>	Japon
<b>LUXE</b>	Luxembourg
<b>MALA</b>	Malaisie
<b>MEX</b>	Mexique
<b>NATO</b>	Organisation du traité Atlantique Nord (OTAN)
<b>NETH</b>	Pays-Bas
<b>NICO</b>	New Ico
<b>NIG</b>	Nigéria
<b>NKOR</b>	Corée du Nord
<b>NOR</b>	Norvège
<b>O3B</b>	O3B Networks
<b>ORB</b>	Orbital telecommunications satellite (GLOBALSTAR)
<b>PAKI</b>	Pakistan
<b>POL</b>	Pologne
<b>POR</b>	Portugal
<b>PRC</b>	République populaire de Chine
<b>RASC</b>	Organisation régionale des satellites de communication

	africain
<b>ROC</b>	République de Chine (Taïwan)
<b>ROM</b>	Roumanie
<b>RP</b>	République des Philippines
<b>SAFR</b>	Afrique du Sud
<b>SAUD</b>	Arabie Saoudite
<b>SEAL</b>	Sea Launch Demo
<b>SES</b>	Société européenne des satellites
<b>SING</b>	Singapour
<b>SKOR</b>	Corée du Sud
<b>SPN</b>	Espagne
<b>STCT</b>	Singapour/Taïwan
<b>SWED</b>	Suède
<b>SWTZ</b>	Suisse
<b>THAI</b>	Thaïlande
<b>TURK</b>	Turquie
<b>UAE</b>	Emirats arabes unis
<b>UK</b>	Grande-Bretagne
<b>US</b>	Etats-Unis
<b>USBZ</b>	Etats-Unis/Brésil
<b>VENZ</b>	Venezuela
<b>VTNM</b>	Vietnam

Tableau 2 : Pays ou organisations

Désignat ion	Signification
<b>AFETR</b>	Air Force Eastern Test Range, Florida, USA
<b>AFWTR</b>	Air Force Western Test Range, California, USA
<b>CAS</b>	Canaries Airspace
<b>DLS</b>	Dombarovskiy Launch Site, Russie
<b>ERAS</b>	Eastern Range Airspace
<b>FRGUI</b>	Europe's Spaceport, Kourou, Guyane Française
<b>HGSTR</b>	Hammaguira Space Track Range, Algérie
<b>JSC</b>	Jiuquan Space Center, République populaire de Chine
<b>KODAK</b>	Kodiak Launch Complex, Alaska, USA
<b>KSCUT</b>	Kagoshima Space Center, Université de

Tokyo	
<b>KWAJ</b>	US Army Kwajalein Atoll (USAKA)
<b>KYMSC</b>	Kapustin Yar Missile and Space Complex, Russie
<b>NSC</b>	Naro Space Complex, Corée du Sud
<b>OREN</b>	Orenbourg, Russie
<b>PKMTR</b>	Plesetsk Missile and Space Complex, Russie
<b>PMRF</b>	Pacific Missile Range Facility
<b>SADOL</b>	Submarine Launch from Barents Sea, Russie
<b>SEAL</b>	Sea Launch Platform (mobile)
<b>SEM</b>	Semnan Satellite Launch, Iran
<b>SNMLP</b>	San Marco Launch Platform, Indian Ocean (Kenya)
<b>SRI</b>	Satish Dhawan Space Center, (Inde), anciennement Sriharikota Launching Range)
<b>SVOBO</b>	Svobodnyy Launch Complex, Russie
<b>TNSTA</b>	Tanegashima Space Center, Japon
<b>TSC</b>	Taiyuan Space Center, République populaire de Chine
<b>TTMTR</b>	Tyuratam missile and Space Center, Kazakhstan connu aussi comme le cosmodrome de Baïkonour
<b>UNKN</b>	Inconnu
<b>WLPIS</b>	Wallops Island, Virginie, USA
<b>WOMRA</b>	Woomera, Australie
<b>WRAS</b>	Western Range Air Space, USA
<b>XSC</b>	Xichang Space Center, République populaire de Chine
<b>YAVNE</b>	Yavne Launch Facility, Israel
<b>YUN</b>	Yunsong, Corée du Nord

Tableau 3 : Sites de lancement

## VI. Onglet "Prévisions"

L'onglet **Prévisions** permet d'effectuer les prévisions de passage d'un ou plusieurs satellites au-dessus d'un lieu d'observation donné.

The screenshot shows the 'Prévisions' tab of a software application. The interface includes several input fields and checkboxes for configuring satellite predictions. The 'Date initiale' is set to 19/07/2015 03:56:00, and the 'Date finale' is set to 26/07/2015 03:56:00. The 'Pas de génération' is set to 1 minute. The 'Lieu d'observation' is set to Paris. The 'Hauteur du Soleil' is set to Crépuscule civil (-6°). The 'Hauteur minimale du satellite' is set to 0°. There are checkboxes for 'Illumination requise' (checked) and 'Magnitude maximale' (unchecked). A list of satellites is shown on the right, including ERBS, ERS-1, ERS-2, GENESIS 1, GENESIS 2, H-2A R/B, HST (checked), IDEFIX & ARIANE 42P R/B, INTERCOSMOS 24, INTERCOSMOS 25, ISIS 1, and ISS (checked). Buttons for 'Paramétrage par défaut', 'Calculs', and 'Afficher' are at the bottom.

Il est nécessaire de renseigner les dates et heures initiales et finales, le pas de génération ainsi que le lieu d'observation. Par défaut, la date initiale est la date courante et l'heure initiale est l'heure courante arrondie à la minute; la date finale par défaut est la date initiale augmentée de 7 jours. Le pas de génération est initialement fixé à une minute.

Il est possible de tenir compte de la magnitude du satellite en cochant la case **Magnitude maximale** et en indiquant la magnitude souhaitée. Cette option ne s'appliquera que pour les satellites dont la magnitude standard est connue.

Ensuite, il est possible de régler la hauteur minimale que doit avoir le satellite pour le calcul des prévisions de passages (par exemple, si l'horizon de votre lieu d'observation est masqué par un bâtiment, une montagne ou la pollution lumineuse urbaine). Si vous choisissez '**Autre**' dans la liste déroulante, vous êtes alors invité à saisir une valeur entière positive dans le champ texte adjacent.

De même, il est possible de paramétrer la hauteur du Soleil suivant les critères suivants :

- Horizon (0°),

- Crépuscule civil ( $-6^\circ$ ), valeur par défaut,
- Crépuscule nautique ( $-12^\circ$ ),
- Crépuscule astronomique ( $-18^\circ$ ),
- Indifférent, tous les passages seront affichés, y compris ceux de jour,
- Autre..., vous êtes alors invité à saisir une valeur entière comprise entre  $-90^\circ$  et  $+90^\circ$  dans la zone de texte adjacente.

Par défaut, la liste de satellites dédiée aux prévisions est pré-remplie avec les satellites de la liste principale. Il est possible d'en ajouter ou d'en supprimer. En cliquant droit sur la liste, on peut cocher ou décocher tous les satellites. Il suffit ensuite de cliquer sur le bouton **Calcul** pour lancer la recherche.

Une fois les calculs terminés, un message explicite apparaît dans la barre des tâches et le bouton **Afficher** apparaît. En cliquant sur ce bouton, on peut visualiser les résultats obtenus puis éventuellement les sauvegarder dans un fichier texte.

Sous le premier onglet de la fenêtre d'affichage des résultats, les passages sont écrits sous la forme de colonnes comme le montre l'exemple suivant.



## Calcul pour l'ISS et pour un jour seulement

PreviSat 3.5 / Astropedia (c) 2005-2015

Lieu d'observation : Paris 002°20'55" Est 48°51'12" Nord 30 m  
 Fuseau horaire : Heure légale  
 Conditions d'observations : Hauteur maximale du Soleil = -6°  
 Hauteur minimale du satellite = 0°  
 Unité de distance : km  
 Age du TLE : 0.12 jours (au 30/05/2014 07:54:00)

### ISS

Date	Heure	Azimut Sat	Hauteur Sat	AD Sat	Decl Sat	Const	Magn	Altitude	Distance	Az Soleil	Haut Soleil
2014/05/30	23:27:00	084°05'02"	00°28'42"	20h26m14s	+04°14'59"	Del	+9.9*	417.4	2347.7	326°39'55"	-12°35'54"
2014/05/31	01:00:00	105°20'41"	31°55'49"	19h33m45s	+14°30'24"	Aql	-1.0*	417.5	735.6	348°12'46"	-18°28'06"
2014/05/31	01:01:00	086°22'39"	19°31'45"	21h01m43s	+16°54'45"	Del	+0.1*	417.9	1040.1	348°27'17"	-18°30'05"
2014/05/31	01:02:00	078°02'33"	11°23'20"	21h50m24s	+16°24'00"	Peg	+1.3	418.3	1409.7	348°41'49"	-18°32'02"
2014/05/31	01:03:00	073°35'26"	05°47'59"	22h20m30s	+15°07'51"	Peg	+3.1	418.6	1803.8	348°56'22"	-18°33'56"
2014/05/31	01:04:00	070°52'48"	01°39'27"	22h41m05s	+13°43'20"	Peg	+6.9	418.8	2208.0	349°10'55"	-18°35'48"
2014/05/31	02:33:00	268°08'57"	14°31'46"	12h00m16s	+09°41'30"	Vir	+0.7*	417.6	1242.5	010°57'29"	-18°34'11"
2014/05/31	02:34:00	274°33'19"	25°36'50"	12h14m41s	+21°52'47"	Com	-0.5*	418.0	864.3	011°12'02"	-18°32'17"
2014/05/31	02:35:00	294°38'41"	46°48'58"	12h50m25s	+47°27'48"	CVn	-1.7	418.3	559.1	011°26'34"	-18°30'21"
2014/05/31	02:36:00	018°13'56"	57°08'34"	20h22m37s	+76°19'11"	Cep	-2.0	418.6	492.1	011°41'06"	-18°28'22"
2014/05/31	02:37:00	056°17'25"	32°15'46"	23h20m52s	+45°17'49"	And	-0.9	418.9	732.3	011°55'37"	-18°26'20"
2014/05/31	02:38:00	065°34'18"	18°09'00"	23h45m10s	+29°32'52"	Peg	+0.4	419.0	1092.4	012°10'07"	-18°24'16"
2014/05/31	02:39:00	069°36'03"	10°09'22"	23h57m15s	+21°00'37"	Peg	+1.7	419.1	1486.8	012°24'37"	-18°22'10"
2014/05/31	02:40:00	071°54'29"	04°47'29"	00h05m45s	+15°27'26"	Peg	+3.7	419.2	1893.1	012°39'06"	-18°20'01"
2014/05/31	02:41:00	073°26'55"	00°51'47"	00h12m22s	+11°27'54"	Psc	+8.8	419.2	2303.7	012°53'35"	-18°17'50"
2014/05/31	04:08:00	285°00'21"	03°05'10"	12h13m54s	+12°09'39"	Vir	+4.9	418.4	2053.4	033°00'47"	-12°42'00"
2014/05/31	04:09:00	287°27'45"	07°47'22"	12h19m58s	+17°19'08"	Com	+2.3	418.7	1647.3	033°13'56"	-12°36'37"
2014/05/31	04:10:00	291°28'58"	14°25'19"	12h27m17s	+24°53'35"	Com	+0.9	418.9	1250.8	033°27'03"	-12°31'11"
2014/05/31	04:11:00	299°31'38"	25°04'25"	12h37m47s	+37°47'43"	CVn	-0.3	419.1	879.5	033°40'10"	-12°25'43"
2014/05/31	04:12:00	322°42'32"	43°47'43"	13h07m26s	+64°01'42"	Dra	-1.4	419.1	586.7	033°53'15"	-12°20'14"
2014/05/31	04:13:00	033°08'11"	51°12'19"	23h40m31s	+68°46'01"	Cep	-1.7	419.2	527.6	034°06'20"	-12°14'42"
2014/05/31	04:14:00	070°59'20"	30°44'58"	00h22m16s	+34°41'45"	And	-0.7	419.1	759.1	034°19'23"	-12°09'09"
2014/05/31	04:15:00	082°10'11"	17°38'26"	00h33m51s	+18°16'41"	Psc	+0.5	419.0	1112.0	034°32'26"	-12°03'34"
2014/05/31	04:16:00	087°10'57"	09°54'19"	00h41m36s	+09°17'17"	Psc	+1.9	418.9	1502.2	034°45'27"	-11°57'57"
2014/05/31	04:17:00	090°03'42"	04°38'06"	00h48m02s	+03°26'53"	Psc	+3.9	418.7	1905.8	034°58'27"	-11°52'18"
2014/05/31	04:18:00	091°58'14"	00°45'31"	00h53m30s	-00°43'30"	Cet	+9.3	418.5	2314.6	035°11'26"	-11°46'37"

Temps écoulé : 0.01s

Nous rappelons en tête du fichier de résultat le lieu d'observation, le fuseau horaire, ainsi que les conditions d'observation choisies (ici, les conditions par défaut).

Nous affichons ensuite pour chaque satellite la liste de ses passages (ici 4 passages), séparés les uns des autres par un saut de ligne. Chaque passage est constitué comme nous pouvons le voir de la date et de l'heure, suivies de ses caractéristiques. Tout d'abord, l'azimut et la hauteur du satellite, puis l'ascension droite, la déclinaison et la constellation. Si la magnitude standard du satellite est connue, la magnitude visuelle est alors calculée au moyen de la formule suivante :

$$m = m_{std} - 15.75 + 2.5 \cdot \log \left( \frac{d^2}{I} \right)$$

où  $d$  est la distance observateur - satellite et  $I$  l'illumination. La magnitude est parfois suivie d'un astérisque, signifiant que le satellite se trouve dans la pénombre de la Terre. Si la magnitude standard du satellite n'est pas connue, la colonne Magnitude ne contient que des points d'interrogations (????). Dans le cas où l'illumination du satellite n'est pas requise, pour les instants où le satellite est dans l'ombre de la Terre, la colonne Magnitude ne comporte que des tirets (----).

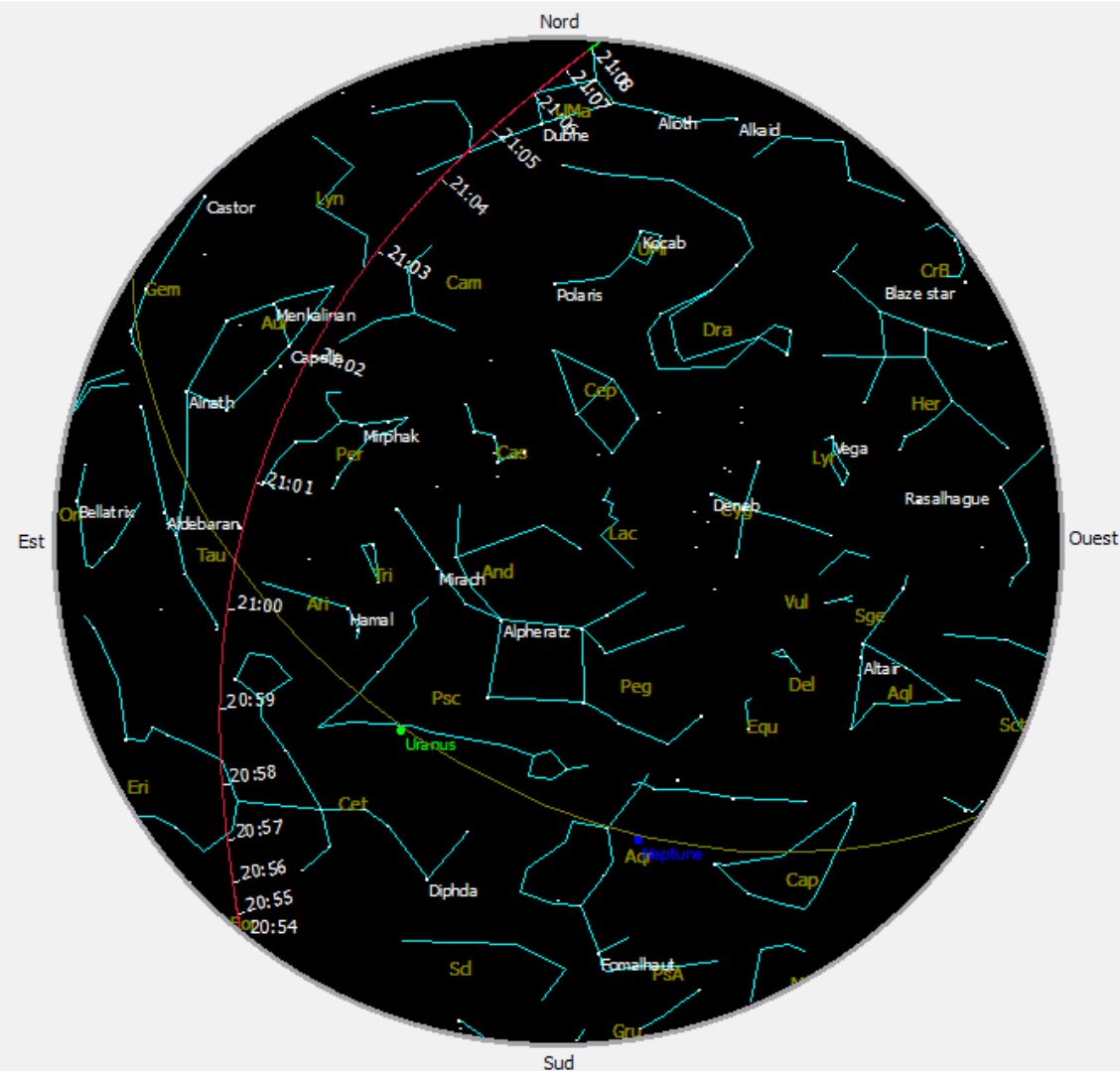
Sont ensuite données l'altitude et la distance du satellite, puis les coordonnées horizontales du Soleil (azimut et hauteur).

Les satellites non visibles pendant la période de recherche ne sont pas mentionnés dans le fichier résultat.

Il est enfin précisé le temps nécessaire pour effectuer la recherche. Ce temps dépend notamment de la machine et de la disponibilité de ses ressources, ainsi que de l'algorithme de recherche. Il est allongé si l'on choisit pour la recherche un intervalle de temps long et/ou un pas de calcul court et/ou un grand nombre de satellites.

Sous le deuxième onglet, le tableau résume chaque passage de satellite. En cliquant sur une ligne du tableau, on affiche le passage correspondant sur la carte du ciel.

Satellite	Date de début	Date de fin	Hauteur Max	Magn	Hauteur Soleil
ENVISAT	2015/11/11 21:08:00	2015/11/11 21:08:00	02°04'40"	+11.8*	-38°52'19"
ENVISAT	2015/11/12 20:31:00	2015/11/12 20:31:00	01°47'42"	+12.3*	-32°25'37"
ENVISAT	2015/11/13 19:54:00	2015/11/13 19:54:00	00°47'11"	+14.6*	-25°52'57"
HST	2015/11/12 18:10:00	2015/11/12 18:17:00	05°06'19"	+7.4	-07°42'55"
HST	2015/11/12 19:49:00	2015/11/12 19:53:00	09°19'13"	+5.7*	-25°33'09"
HST	2015/11/13 18:03:00	2015/11/13 18:08:00	06°21'43"	+6.9	-06°19'34"
HST	2015/11/13 19:40:00	2015/11/13 19:44:00	09°44'53"	+5.6*	-24°04'17"
HST	2015/11/13 21:20:00	2015/11/13 21:20:00	00°03'11"	+15.8*	-41°17'47"
HST	2015/11/14 19:30:00	2015/11/14 19:36:00	09°46'41"	+5.6	-22°35'11"
HST	2015/11/14 21:11:00	2015/11/14 21:11:00	00°14'37"	+14.8*	-39°52'01"
HST	2015/11/15 19:21:00	2015/11/15 19:27:00	09°24'06"	+5.7	-21°05'57"
HST	2015/11/15 21:02:00	2015/11/15 21:02:00	00°16'30"	+14.7	-38°24'54"
HST	2015/11/16 19:12:00	2015/11/16 19:18:00	08°54'22"	+5.9	-19°25'56"
HST	2015/11/16 20:53:00	2015/11/16 20:54:00	01°37'58"	+10.7*	-37°07'20"
HST	2015/11/17 19:03:00	2015/11/17 19:10:00	08°11'24"	+6.1	-17°56'47"
HST	2015/11/17 20:45:00	2015/11/17 20:45:00	01°00'36"	+12.1	-35°38'04"
HST	2015/11/18 18:53:00	2015/11/18 19:02:00	07°08'43"	+6.5	-16°27'49"
ISS	2015/11/12 04:58:00	2015/11/12 05:00:00	10°42'49"	+1.4*	-30°02'33"
ISS	2015/11/12 06:31:00	2015/11/12 06:36:00	25°10'45"	-0.5	-13°07'49"
ISS	2015/11/13 04:07:00	2015/11/13 04:07:00	00°40'00"	+9.3*	-39°21'29"
ISS	2015/11/13 05:40:00	2015/11/13 05:43:00	20°31'19"	-0.0	-22°38'46"
ISS	2015/11/13 07:12:00	2015/11/13 07:14:00	15°21'08"	+0.7	-06°00'59"
ISS	2015/11/14 04:49:00	2015/11/14 04:50:00	06°18'13"	+2.8*	-32°03'46"
ISS	2015/11/14 06:22:00	2015/11/14 06:27:00	20°49'48"	-0.1	-15°18'30"
ISS	2015/11/15 05:31:00	2015/11/15 05:33:00	12°46'41"	+1.0	-24°39'58"
ISS	2015/11/15 07:03:00	2015/11/15 07:10:00	19°49'27"	+0.2	-07°48'07"
ISS	2015/11/16 04:40:00	2015/11/16 04:40:00	02°29'14"	+5.6	-34°04'33"
ISS	2015/11/16 06:12:00	2015/11/16 06:17:00	18°34'51"	+0.2	-17°29'12"
ISS	2015/11/17 05:21:00	2015/11/17 05:24:00	13°08'42"	+0.9*	-26°51'47"
ISS	2015/11/17 06:54:00	2015/11/17 07:01:00	23°25'12"	-0.2	-09°56'01"
ISS	2015/11/18 04:30:00	2015/11/18 04:30:00	02°49'03"	+5.1*	-36°15'35"
ISS	2015/11/18 06:03:00	2015/11/18 06:07:00	20°16'57"	-0.0	-19°29'08"

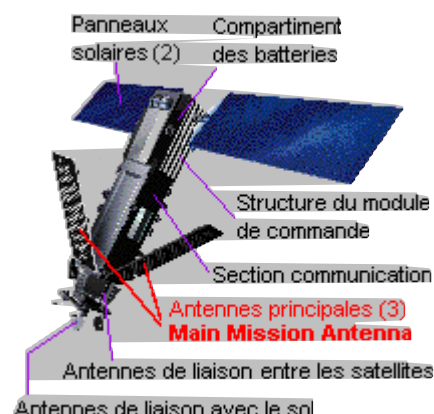


## VII. Onglet "Flashes Iridium"

L'onglet **Flashes Iridium** permet d'effectuer la recherche des flashes Iridium, y compris ceux de jour et ceux produits par les panneaux solaires.

Général	Éléments osculateurs	Informations satellite	Prévisions	Flashes Iridium	Options	Outils
Date initiale : 25/09/2015 00:00:00		Effacer heures		Affichage des résultats		
Date finale : 01/10/2015 00:00:00				<input type="radio"/> 1 ligne		
Hauteur du Soleil : Crépuscule civil (-6°)				<input checked="" type="radio"/> 3 lignes		
Lieu d'observation : Paris		Fichier TLE : iridium.txt		Paramétrage par défaut		
Hauteur minimale du satellite : 10°		Magnitude maximale (nuit) : 2,0		Satellite		
<input type="checkbox"/> Uniquement les satellites opérationnels		Magnitude maximale (jour) : -4,0		Statut		
<input checked="" type="checkbox"/> Classer par ordre chronologique		Angle maximal de réflexion : 5,0		Iridium 02		
<input checked="" type="checkbox"/> Inclure les flashes des panneaux solaires				Iridium 03		
				Iridium 04		
				Iridium 05		
				Iridium 06		
				Iridium 07		
				Iridium 08		
				Calculs		
				Afficher		

Initialement, les satellites de la constellation Iridium étaient des satellites dédiés aux télécommunications. Ils possèdent 3 antennes très réfléchissantes (Main Mission Antenna, voir schéma ci-dessous) qui sont à l'origine des flashes les plus brillants. Ces derniers peuvent atteindre la magnitude -8, ce qui est 30 à 40 fois plus lumineux que Vénus (de magnitude de l'ordre de -4). Un flash peut durer de quelques secondes à une trentaine de secondes. Les flashes produits par les panneaux solaires sont moins lumineux que ceux produits par les MMA.



Flash du satellite Iridium 37 dans la constellation de Cassiopée le 9 décembre 2014 à 17h34 TU à Toulouse, France (flash de magnitude -6.8 produit par un MMA)



Il est nécessaire de renseigner les dates et heures initiales et finales, ainsi que le lieu d'observation. Il faut ensuite spécifier le chemin du fichier contenant les satellites Iridium qui peut être un fichier ne contenant que les satellites Iridium ou bien un fichier contenant entre autres des satellites Iridium.

Tout comme pour l'onglet Prévisions, il faut indiquer la hauteur minimale du satellite (par défaut 10°) et la hauteur du Soleil, qui permettra de déterminer le passage jour/nuit. Par défaut, la magnitude maximale pour un flash dit de nuit est égale à 2, tandis que pour un flash de jour, elle est de -4. Nous pouvons également prendre en compte l'angle maximal de réflexion des antennes (par défaut 5°).

Les flashes sont calculés pour les satellites opérationnels, c'est-à-dire ceux pour lesquels la stabilisation 3 axes est théoriquement assurée. Les satellites de réserve, placés sur des orbites plus hautes, peuvent également produire des flashes. Pour prendre en compte les satellites de réserve, il suffit de décocher la case 'Uniquement les satellites opérationnels'. Les satellites qui ont perdu leur contrôle d'attitude ne sont pas pris en compte lors du calcul.

Nous pouvons également choisir de générer les résultats sous la forme d'une ligne : instant où la valeur de la magnitude passe par un minimum, ou de trois lignes : instant où la valeur minimale de la magnitude est entourée par les dates correspondant aux conditions limites imposées par les magnitudes maximales précédentes ou l'angle de réflexion.

Il est possible de classer les résultats soit par satellite, soit par ordre chronologique (cas usuel).

Sous le premier onglet de la fenêtre d'affichage des résultats, les résultats sont affichés sous forme de colonnes, comme le montre l'exemple ci-dessous (un jour de calcul uniquement) :

PreviSat 3.5 / Astropedia (c) 2005-2015

Lieu d'observation : Paris 002°20'55" Est 48°51'12" Nord 30 m  
Fuseau horaire : Heure légale  
Conditions d'observations : Hauteur maximale du Soleil = -6°  
Hauteur minimale du satellite = 10°  
Unité de distance : km

Age du TLE le plus récent : 0.25 jours (au 23/09/2015 21:45:00)  
Age du TLE le plus ancien : 0.60 jours

Ir	Date	Heure	Azimut Sat	Hauteur Sat	AD Sat	Decl Sat	Cst Ang	Mir	Magn	Alt	Dist	Az Soleil	Haut Soleil	Long Max	Lat Max	Distance	Magn Max
56	2015/09/24	06:31:51.5	200°09'05"	56°05'35"	04h05m51s	+16°17'00"	Tau 3.45	G	+2.0	783.5	921.8	076°39'56"	-11°49'24"	001.9874 E	48.8081 N	27.0 (W)	-6.8
56	2015/09/24	06:32:01.1	197°38'23"	52°35'04"	04h08m43s	+12°32'20"	Tau 1.56	G	-0.4	783.4	956.6	076°41'49"	-11°47'52"				
56	2015/09/24	06:32:10.7	195°39'21"	49°16'10"	04h11m17s	+09°02'45"	Tau 3.23	G	+2.0	783.3	994.8	076°43'42"	-11°46'19"				
43	2015/09/24	21:00:43.9	001°52'51"	38°03'42"	06h51m49s	+79°07'23"	Cam 1.26	G	+2.0	785.7	1177.1	284°35'02"	-13°08'27"	002.0527 E	48.8997 N	22.3 (W)	-3.2
43	2015/09/24	21:00:47.5	001°56'18"	37°08'51"	06h53m02s	+78°12'35"	Cam 1.06	G	+1.4	785.7	1196.1	284°35'45"	-13°09'02"				
43	2015/09/24	21:00:51.7	002°00'10"	36°06'18"	06h54m13s	+77°10'03"	Cam 1.31	G	+2.0	785.8	1218.6	284°36'35"	-13°09'42"				
68	2015/09/24	21:16:58.8	128°42'18"	31°04'48"	22h27m29s	+02°05'00"	Peg 4.36	S	+2.0	783.3	1339.3	287°50'00"	-15°42'40"	002.5202 E	48.8078 N	13.6 (E)	-2.6
68	2015/09/24	21:17:16.3	132°44'35"	28°27'42"	22h20m51s	-01°56'00"	Aqr 0.32	S	-2.3	783.1	1415.8	287°53'32"	-15°45'25"				
68	2015/09/24	21:17:34.6	136°20'22"	25°50'31"	22h14m46s	-05°44'58"	Aqr 4.13	S	+2.0	782.9	1502.2	287°57'14"	-15°48'17"				
21	2015/09/24	21:24:45.4	103°16'33"	50°37'48"	22h47m12s	+29°05'50"	Peg 4.02	D	+2.0	784.3	979.7	289°24'57"	-16°55'31"	003.2834 E	48.7987 N	68.9 (E)	-7.5
21	2015/09/24	21:24:52.4	107°37'37"	49°38'13"	22h41m45s	+26°24'23"	Peg 3.24	D	+1.3	784.2	991.5	289°26'23"	-16°56'36"				
21	2015/09/24	21:24:59.4	111°40'36"	48°30'42"	22h36m43s	+23°46'15"	Peg 3.98	D	+2.0	784.1	1005.5	289°27'49"	-16°57'42"				

Temps écoulé : 0.46s

La première colonne donne le numéro du satellite Iridium responsable du flash. Puis, on a successivement la date, l'heure, les coordonnées du satellite et la constellation. On donne ensuite l'angle de réflexion de l'antenne, ainsi que l'antenne responsable du flash ("A" = Avant, "D" = Droite, "G" = Gauche, "S" = panneau solaire). On donne ensuite la magnitude visuelle du flash, puis l'altitude, la distance du satellite et les coordonnées horizontales du Soleil. Enfin, on fournit les coordonnées terrestres où l'angle de réflexion atteint un minimum, la distance Est ou Ouest au lieu d'observation et la magnitude correspondante (très souvent il s'agit de la magnitude la plus forte).

**Note concernant l'observation des satellites Iridium :**

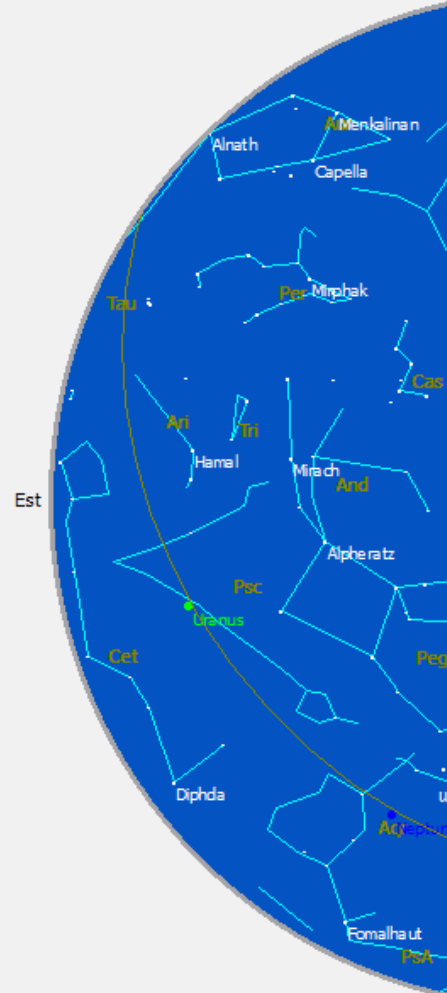
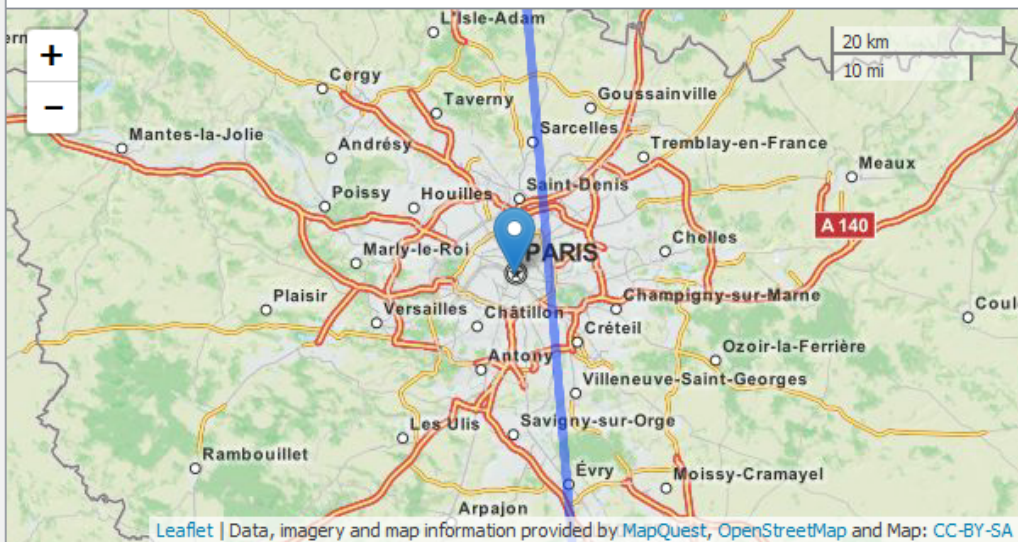
Le calcul utilise un fichier interne qui fournit le statut des satellites, qui permet de savoir si le satellite est opérationnel, en réserve ou ayant perdu le contrôle d'attitude. En général, les satellites opérationnels produisent des flashes tels qu'ils sont prévus par PreviSat. Cependant, il peut exister un écart angulaire entre l'attitude vraie du satellite et l'attitude théorique (manœuvres par exemple), ce qui peut se traduire par une modification de la magnitude. Le résultat fourni par PreviSat est donc une estimation de la magnitude du flash (en général, assez bien représentée). Il ne faut donc pas être surpris si un flash est en dessous de l'estimation faite par PreviSat, voire même n'a pas eu lieu. Sous le deuxième onglet, le tableau résume chaque flash Iridium. En cliquant sur une ligne du tableau, on affiche le passage correspondant sur la carte du ciel, ainsi qu'une carte centrée sur le lieu d'observation montrant où se produit le flash maximum.





## VIII.

Fichier texte		Flashes Iridium				
Satellite	Date de début	Date de fin	Hauteur Max	Magn	Mir	Hauteur Soleil
Iridium 62	2015/11/12 05:05:38.8	2015/11/12 05:06:16.5	15°37'26"	+1.2	D	-27°43'18"
Iridium 47	2015/11/12 07:05:57.8	2015/11/12 07:06:05.9	59°39'31"	+0.8	D	-08°11'48"
Iridium 59	2015/11/12 09:08:31.0	2015/11/12 09:08:33.7	85°09'34"	-7.3	D	+09°24'44"
Iridium 19	2015/11/12 11:10:52.9	2015/11/12 11:10:56.7	51°27'48"	-6.5	D	+20°57'57"
Iridium 94?	2015/11/12 18:27:19.4	2015/11/12 18:27:53.1	42°39'47"	-6.5	D	-12°04'33"
Iridium 11	2015/11/13 06:59:54.4	2015/11/13 07:00:04.6	59°26'39"	-0.4	D	-09°22'17"
Iridium 68	2015/11/13 17:28:53.9	2015/11/13 17:28:56.9	21°36'59"	-5.4	A	-03°09'18"
Iridium 23?	2015/11/13 18:21:18.9	2015/11/13 18:21:50.5	41°33'20"	-1.4	D	-11°17'32"
Iridium 20	2015/11/14 18:15:23.6	2015/11/14 18:15:39.7	39°03'37"	+1.6	D	-10°31'23"
Iridium 62	2015/11/15 17:07:42.8	2015/11/15 17:07:46.5	25°41'29"	-5.9	A	+00°09'20"
Iridium 22	2015/11/15 18:18:28.2	2015/11/15 18:18:56.8	38°29'43"	-0.1	D	-11°10'35"
Iridium 25	2015/11/16 18:12:27.8	2015/11/16 18:12:58.0	37°22'23"	-0.8	D	-10°23'09"
Iridium 47	2015/11/17 18:06:24.1	2015/11/17 18:06:56.7	37°20'28"	-5.3	D	-09°35'14"
Iridium 11	2015/11/18 18:00:27.0	2015/11/18 18:00:41.0	35°37'00"	+1.7	D	-08°48'28"
Iridium 59	2015/11/18 19:36:03.0	2015/11/18 19:36:38.9	40°44'10"	-3.4*	D	-24°12'42"
Iridium 60	2015/11/18 19:43:53.4	2015/11/18 19:44:09.1	70°08'53"	-0.9*	S	-25°30'06"

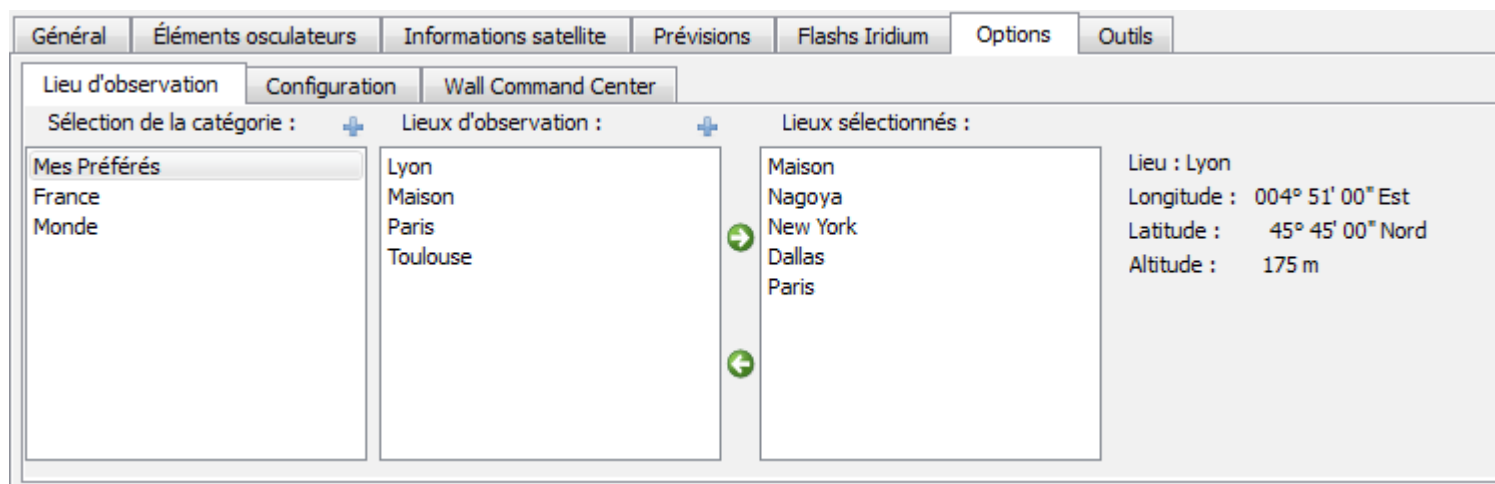


## Onglet "Options"

L'onglet **Options** permet d'effectuer les réglages de PreviSat (lieu d'observation, configuration, Wall Command Center).



## 1. Onglet "Lieu d'observation"



La première liste de l'onglet **Lieu d'observation** contient les différentes catégories de lieux d'observation (initialement : France, Monde et Mes Préférés).

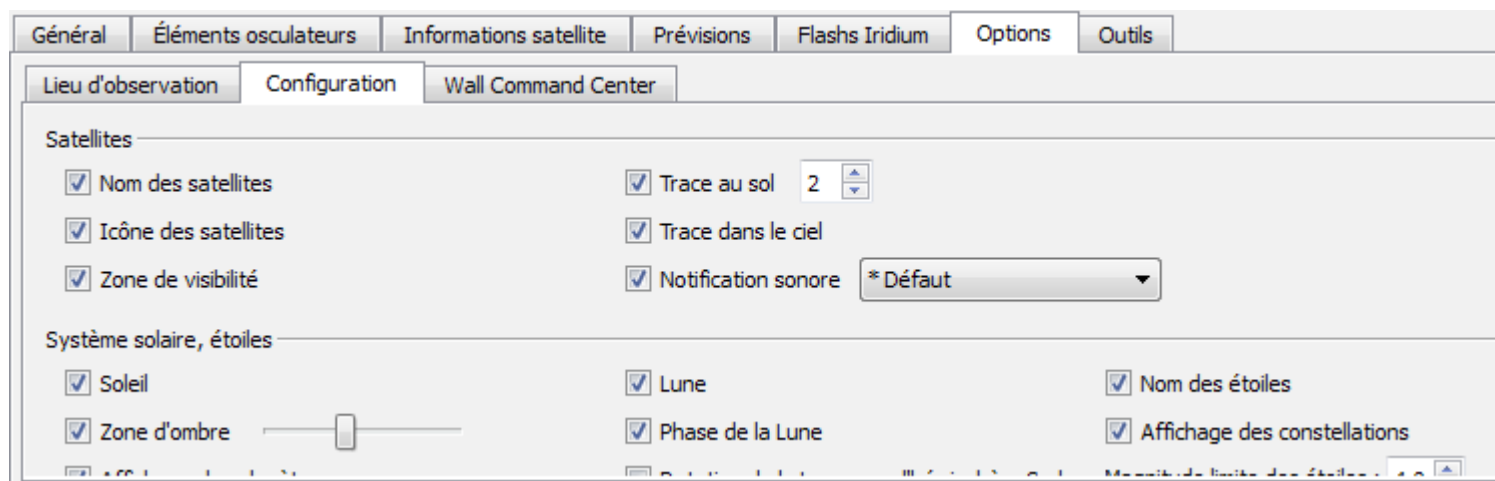
- La catégorie **France** comporte les principales communes de la France Métropolitaine.
- La catégorie **Monde** contient les coordonnées de près de 1700 villes du monde.

En cliquant sur un élément de cette première liste, on fait apparaître dans la seconde liste les noms des lieux d'observation de la catégorie. Lorsqu'on sélectionne un lieu d'observation, ses coordonnées s'affichent à la droite de l'onglet. En cliquant sur les petites flèches, on peut sélectionner les lieux d'observation pour l'application.

En cliquant droit sur un élément de la liste **Lieux d'observation**, on peut choisir de le supprimer ou de l'ajouter à la catégorie **Mes Préférés**. Pour l'ajout manuel d'un lieu dans une catégorie, il faut saisir le nom du lieu d'observation, ainsi que sa longitude et sa latitude (donnés par exemple par un GPS). L'altitude peut être négligée si elle n'est pas connue, en effet, sa valeur n'a que peu d'influence sur les calculs.

Il est possible de créer, de supprimer une catégorie (sauf la catégorie **Mes Préférés**), ou de télécharger de nouvelles catégories en cliquant droit sur la liste **Sélection de la catégorie**.

## 2. Onglet "Configuration"



Cet onglet contient une liste de cases à cocher permettant d'activer ou de désactiver l'affichage des éléments de l'interface graphique et de la configuration du logiciel. Plusieurs cases à cocher comportent 3 états possibles :

Case **Nom des satellites** :

- **Coché** : les noms des satellites sélectionnés sont affichés,
- **Partiellement coché** (l'affichage varie suivant la configuration du système) : le nom du satellite par défaut est affiché,
- **Décoché** : l'affichage des noms des satellites est désactivé.

Case **Zone de visibilité** :

- **Coché** : les zones de visibilité de tous les satellites sélectionnés sont affichées,
- **Partiellement coché** : la zone de visibilité du satellite par défaut est affichée,
- **Décoché** : l'affichage des zones de visibilité est désactivé.

Case **Radar** :

- **Coché** : le radar ne s'affiche que si un satellite est présent dans le ciel du lieu d'observation,
- **Partiellement coché** : le radar s'affiche en permanence,
- **Décoché** : l'affichage du radar est désactivé.

Case **Affichage des constellations** :

- **Coché** : les lignes de constellation sont affichées, ainsi que les noms des constellations lorsque l'affichage maximisé de la carte est activé,
- **Partiellement coché** : les lignes de constellation sont affichées,
- **Décoché** : l'affichage des lignes de constellation et les noms des constellations sont désactivés.

Case **Nom des lieux d'observation** :

- **Coché** : les noms de tous les lieux d'observation sont affichés,
- **Partiellement coché** : le nom du lieu d'observation par défaut est affiché, les autres lieux d'observation sont uniquement indiqués par une croix blanche,
- **Décoché** : le nom du lieu d'observation par défaut est affiché.

Une première liste de choix permet de choisir les unités de distance affichées dans PreviSat. Pour les satellites ainsi que la Lune, l'unité peut être soit kilomètres, soit miles (1 mile = 1.609344 km); l'altitude du lieu d'observation et les dimensions du satellite sont alors exprimées respectivement en mètres ou en pieds (1 pied (ft) = 0.3048 m). La distance du Soleil est toujours donnée en unités astronomiques (1 UA = 149 597 870 km = 92 955 807 miles).

**Note :** Après la saisie d'un nouveau lieu d'observation lorsque l'unité est le pied, l'altitude affichée peut différer légèrement par rapport à la valeur entrée, car PreviSat sauvegarde l'altitude en mètres avec une valeur entière. Cela n'a aucune incidence sur les calculs effectués par PreviSat.

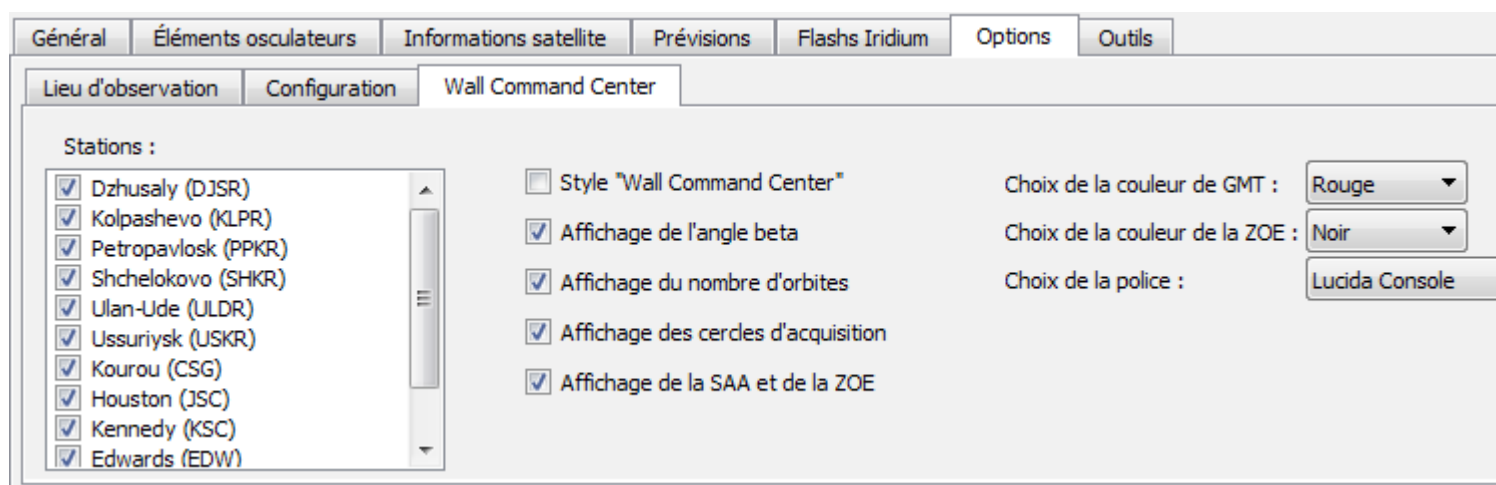
Une deuxième liste de choix permet d'afficher les heures au format 24h ou au format 12h (AM/PM).

Une troisième liste de choix permet de sélectionner l'écart Heure locale - UTC; il est possible de changer la valeur de cet écart. La case **Auto**, lorsqu'elle est cochée, permet de déterminer automatiquement cet écart :

- Si la case **Auto** est cochée au moment de la fermeture de PreviSat, l'écart sera déterminé avec la valeur système lors du prochain démarrage du logiciel.
- Sinon, l'écart sera donné par la valeur indiquée dans le champ lors du prochain démarrage de PreviSat.

### 3. Onglet "Wall Command Center"

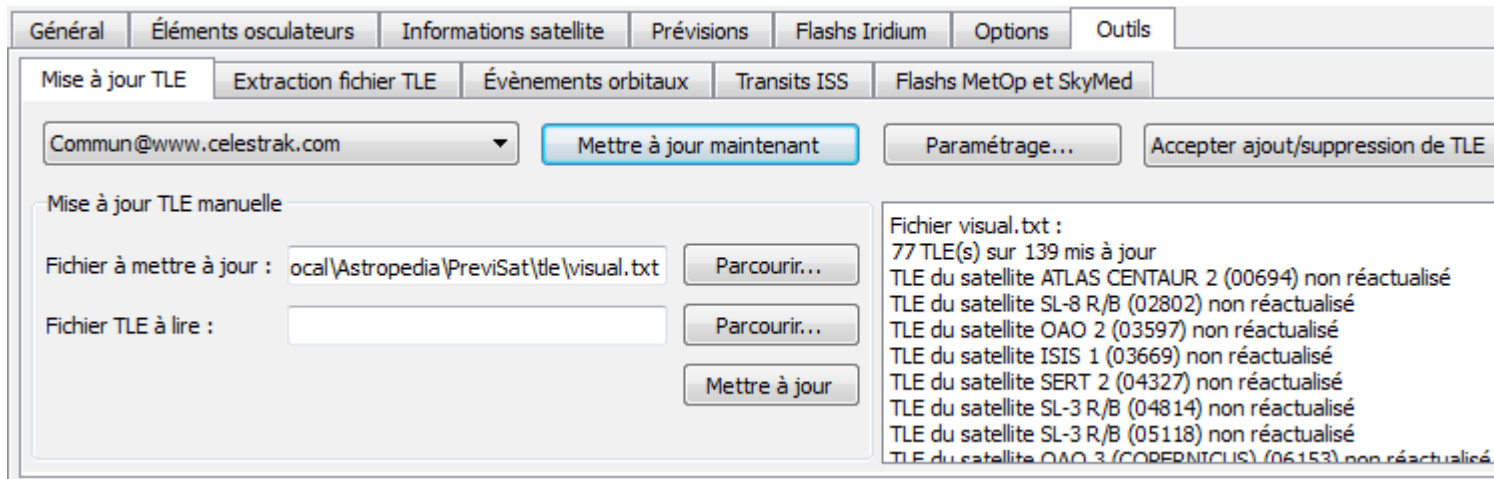
Cet onglet permet de gérer les options d'affichage lorsque la visualisation du Wall Command Center est activée (lorsque la case "ISS Live" est cochée).



## IX. Onglet "Outils"

L'onglet **Outils** contient différents outils permettant notamment de mettre à jour les fichiers TLE et de créer ses propres fichiers TLE à partir d'autres fichiers. Deux autres outils sont fournis : le calcul des événements orbitaux et les transits de l'ISS devant le Soleil et la Lune.

### 1. Onglet "Mise à jour TLE"



Général | Éléments osculateurs | Informations satellite | Prévisions | Flashs Iridium | Options | Outils

Mise à jour TLE | Extraction fichier TLE | Évènements orbitaux | Transits ISS | Flashs MetOp et SkyMed

Commun@www.celestrak.com [v] [Mettre à jour maintenant] [Paramétrage...] [Accepter ajout/suppression de TLE]

Mise à jour TLE manuelle

Fichier à mettre à jour : ocal\Astropedia\PreviSat\tle\visual.txt [Parcourir...]

Fichier TLE à lire : [ ] [Parcourir...]

[Mettre à jour]

Fichier visual.txt :  
77 TLE(s) sur 139 mis à jour  
TLE du satellite ATLAS CENTAUR 2 (00694) non réactualisé  
TLE du satellite SL-8 R/B (02802) non réactualisé  
TLE du satellite OAO 2 (03597) non réactualisé  
TLE du satellite ISIS 1 (03669) non réactualisé  
TLE du satellite SERT 2 (04327) non réactualisé  
TLE du satellite SL-3 R/B (04814) non réactualisé  
TLE du satellite SL-3 R/B (05118) non réactualisé  
TLE du satellite OAO 3 (COPERNICUS) (06153) non réactualisé

Le premier onglet permet de mettre à jour les fichiers TLE que PreviSat utilise, afin de ne pas effectuer de manipulation de fichiers TLE (décompression...). Tout cela est effectué automatiquement par cette fonctionnalité. Il faut choisir la catégorie de fichiers TLE que l'on souhaite mettre à jour puis cliquer sur le bouton **Mettre à jour maintenant**. PreviSat télécharge les fichiers TLE de la catégorie et fusionne les fichiers. Quand on lance la mise à jour, un rapport est affiché dans la zone à droite de l'onglet.

Il est possible de créer ou modifier des catégories en cliquant sur le bouton **Paramétrage** : dans la fenêtre affichée, on peut sélectionner les catégories qui seront mises à jour automatiquement lors du démarrage de PreviSat et définir le délai d'expiration des TLE. Si la case **Âge maximal des TLE** est cochée, alors la mise à jour des TLE se fait automatiquement au bout du nombre de jours indiqué en face de cette case. Sinon, la mise à jour est effectuée à chaque démarrage du logiciel.

Dans la section **Mise à jour TLE** manuelle, il est possible de mettre à jour un fichier TLE individuellement en renseignant le nom du fichier à mettre à jour et le fichier à lire (c'est-à-dire celui contenant les éléments orbitaux plus récents). Le fichier à lire peut être au format gz.

**Important** : la mise à jour automatique des fichiers du répertoire "tle" de PreviSat se fait à partir du site [www.celestrak.com](http://www.celestrak.com). Seuls les fichiers TLE de même nom sont téléchargés sur le site celestrak.com

### 2. Onglet "Extraction fichier TLE"

Le second onglet permet de créer ses propres fichiers TLE selon différents critères. Il faut indiquer le nom du fichier à lire et le nom du fichier personnel. On peut créer un fichier selon les critères suivants (entre crochets, les entrées par défaut, qui sont aussi les valeurs maximales tolérées) :

- le numéro NORAD [Tous],

- l'ascension droite du nœud ascendant [De 0 à 360°],
- l'excentricité [De 0 à 1] (la valeur 1 est exclue),
- le nombre de révolutions par jour [De 0 à 18],
- l'inclinaison [De 0 à 180°] (il est possible de définir 2 intervalles),
- l'argument du périégée [De 0 à 360°],
- et la magnitude maximale [99] (La valeur 99 indique que la magnitude n'est pas un critère de sélection).

Par exemple, on veut construire un fichier contenant les satellites les plus brillants (ceux dont la magnitude standard est connue). On peut alors retenir les critères suivants :

- numéro NORAD : Tous
- ascension droite du nœud ascendant : De 0 à 360°
- excentricité : De 0 à 0.001 (faiblement excentrique; on pourrait tolérer des satellites dont l'orbite est plus excentrique et prendre de 0 à 0.2)
- nombre de révolutions par jour : De 14 à 18 (pour garder les satellites à basse altitude, potentiellement les plus brillants)
- inclinaison : De 35 à 145° (afin d'être visible des zones tempérées de l'hémisphère Nord du globe)
- argument du périégée : De 0 à 360°
- magnitude maximale : 4 (Tous les satellites dont la magnitude minimale est en dessous de 4 seront gardés)

### 3. Onglet "Évènements orbitaux"

Le troisième onglet permet de générer les évènements orbitaux des satellites sélectionnés. Il est possible de choisir les évènements à déterminer :

- les passages du satellite aux nœuds ascendants et descendants (passages à l'équateur),
- les passages aux quadrangles (à  $PSO = 90^\circ$  et  $270^\circ$ ,  $PSO$  : Position sur orbite), c'est-à-dire les passages aux latitudes maximales,
- les passages ombre/pénombre/lumière,
- les passages apogée/périgée,
- et les transitions jour/nuit, c'est-à-dire les passages du satellite au dessus du terminateur (limite jour/nuit).

### 4. Onglet "Transits ISS"

Le quatrième onglet permet de déterminer les conjonctions et les transits de l'ISS devant la Lune et/ou le Soleil. Il est nécessaire de renseigner les dates et heures initiales et finales, le lieu d'observation et le fichier TLE contenant les éléments orbitaux de l'ISS. Il faut également indiquer les corps pour lesquels il faut calculer les transits (Soleil et/ou Lune), la hauteur minimale du satellite et l'élongation maximale avec le corps.

Le fichier contenant les résultats rappelle dans son entête les conditions d'observation. Les résultats sont présentés sous forme de colonnes qui contiennent la date et l'heure puis les coordonnées de l'ISS (azimut et hauteur, ascension droite, déclinaison et constellation). Nous donnons ensuite l'écart angulaire entre l'ISS et le centre du corps considéré, le type de phénomène (C = Conjonction; T = Transit), le corps (S = Soleil; L = Lune), ainsi que l'état d'éclairement de l'ISS (Ill = Illuminé; Pen = Pénombre; Ecl = Éclipsé). Enfin, nous fournissons l'altitude et la distance du satellite, et les coordonnées topocentriques du Soleil.





## 5. Onglet "Flashes MetOp et SkyMed"

L'onglet **Flashes MetOp et SkyMed** permet d'effectuer la recherche des flashes produits par les satellites MetOp et COSMO-SkyMed.

Général Éléments osculateurs Informations satellite Prévisions Flashes Iridium Options Outils

Mise à jour TLE Extraction fichier TLE Évènements orbitaux Transits ISS Flashes MetOp et SkyMed

Date initiale : 26/09/2015 12:29:00 Effacer heures Fichier TLE : flares-spctrk.txt Paramétrage par défaut

Date finale : 03/10/2015 12:29:00

Lieu d'observation : Paris

Hauteur du Soleil : Crépuscule civil (-6°)

Hauteur minimale du satellite : 10°

Magnitude maximale : 3,0

Affichage des résultats

☐ 1 ligne

☒ 3 lignes

☒ Classer par ordre chronologique

Calculs Afficher

Les satellites MetOp (pour l'heure MetOp-A et MetOp-B sont en vol) sont des satellites météorologiques de grande taille (dimensions déployées : 17.6 x 6.6 x 5.0 m), développés conjointement par l'ESA et EUMETSAT. Ces satellites embarquent un instrument nommé ASCAT (Advanced Scatterometer) dont certaines des antennes peuvent produire des flashes. L'instrument ASCAT permet de mesurer la vitesse des vents et leur direction au-dessus des océans. Il y a 6 de ces antennes, 3 pointant à gauche de la trace au sol, et 3 pointant à droite. Celles pointant à droite de la trace au sol ne sont jamais éclairées par le Soleil et ne peuvent pas produire de flashes. Les flashes MetOp peuvent atteindre la magnitude -5. Les satellites MetOp sont héliosynchrones, ce qui implique plusieurs particularités :

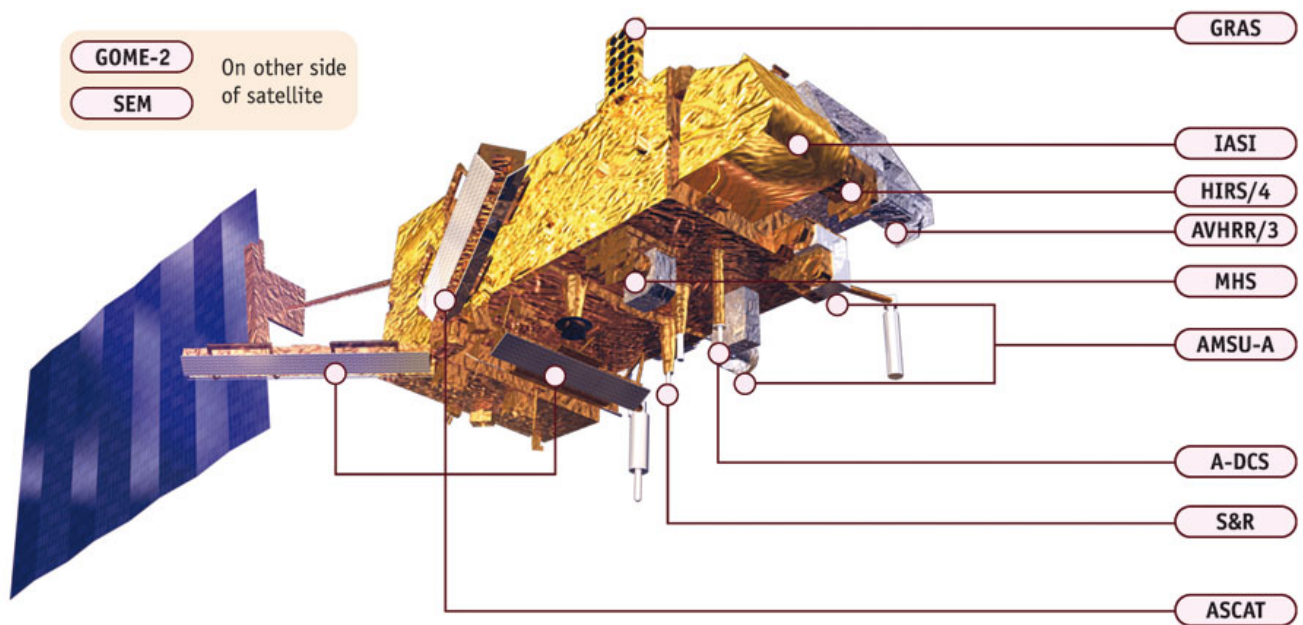
- il n'y a pas de flashes pendant l'hiver (sauf pour les hautes latitudes),
- les flashes produits par l'antenne centrale sont visibles au début du printemps (et qui seront visibles vers les tropiques pendant l'été),
- les flashes produits par la surface "avant" de l'antenne gauche sont visibles uniquement depuis l'hémisphère Nord, tandis que ceux produits par la surface "arrière" de l'antenne gauche sont visibles de depuis l'hémisphère Sud.

De plus amples informations sur les satellites MetOp peuvent être trouvées sur le site d'EUMETSAT :

<http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Metop/index.html>



Maquette d'un satellite MetOp à la Cité de l'Espace à Toulouse (Source FD)



Instruments du satellite MetOp (Source EUMETSAT)

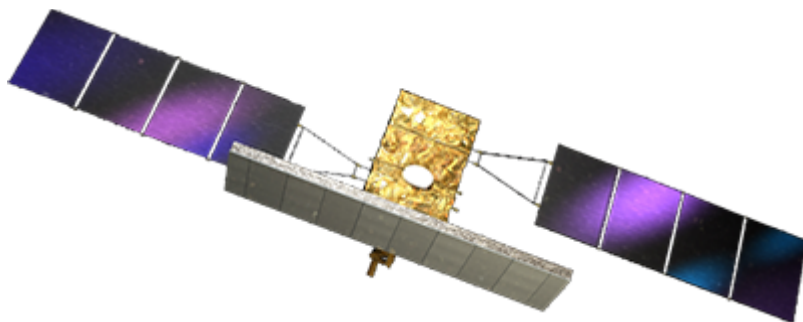


Instrument ASCAT (Source EUMETSAT)

Les satellites COSMO-SkyMed, au nombre de 4, sont gérés par l'agence spatiale italienne (ASI). Placés sur une orbite héliosynchrone avec une ascension droite du nœud ascendant voisin de  $90^\circ$  (soit une heure locale de 6h environ), ils ne se trouvent jamais dans l'ombre de la Terre. Ils sont équipés d'un radar à synthèse d'ouverture (SAR : Synthetic Aperture Radar), produisant des flashes lorsque la lumière du Soleil vient se réfléchir sur la surface de l'instrument. Les flashes SkyMed peuvent atteindre la magnitude -4.

De plus amples informations sont disponibles sur le site d'Earth Observation Portal :

<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/cosmo-skymed>



Satellite COSMO-SkyMed et son antenne SAR (Source : [www.e-geos.it](http://www.e-geos.it))

Le paramétrage du calcul des flashes MetOp et SkyMed est quasi identique à celui des flashes Iridium. Par défaut, le fichier utilisé est flares-spctrk.txt, qui contient les 2 satellites MetOp et les 4 satellites SkyMed. Les résultats obtenus se présentent exactement sous la

même forme, seule change la dénomination des panneaux responsables des flashs (colonne "Mir").

Pour les flashs MetOp, il y a 3 panneaux pouvant produire des flashs :

- le panneau central "C",
- le panneau gauche avant "F" (pour forward),
- le panneau gauche arrière "B" (pour backward).

Pour les flashs SkyMed, la dénomination du panneau responsable des flashs est donnée par la lettre "S" (SAR).

# Annexes

## Annexe 1 : Liste des constellations

Désignat ion	Latin	Anglais	Français
<b>And</b>	Andromeda	Princess	Andromède
<b>Ant</b>	Antlia	Air Pump	Machine Pneumatique
<b>Aps</b>	Apus	Bird of Paradise	Oiseau de Paradis
<b>Aql</b>	Aquila	Eagle	Aigle
<b>Aqr</b>	Aquarius	Water Bearer	Verseau
<b>Ara</b>	Ara	Altar	Autel
<b>Ari</b>	Aries	Ram	Bélier
<b>Aur</b>	Auriga	Charioteer	Cocher
<b>Boo</b>	Bootes	Herdsman	Bouvier
<b>Cae</b>	Caelum	Chisel/Burin	Burin
<b>Cam</b>	Camelopardalis	Giraffe	Girafe
<b>Cap</b>	Capricornus	Sea Goat	Capricorne
<b>Car</b>	Carina	Keel	Carène
<b>Cas</b>	Cassiopeia	Queen	Cassiopée
<b>Cen</b>	Centaurus	Centaur	Centaure
<b>Cep</b>	Cepheus	King	Céphée
<b>Cet</b>	Cetus	Sea Monster/Whale	Baleine
<b>Cha</b>	Chamaeleon	Chameleon	Caméléon
<b>Cir</b>	Circinus	Compass/Divider s	Compas
<b>CMA</b>	Canis Major	Breat Dog	Grand chien
<b>CMi</b>	Canis Minor	Small Dog	Petit Chien
<b>Cnc</b>	Cancer	Crab	Cancer
<b>Col</b>	Columba	Dove	Colombe
<b>Com</b>	Coma Berenices	Berenice's Hair	Chevelure de Bérénice
<b>CrA</b>	Corona Australis	Southern Crown	Couronne Australe
<b>CrB</b>	Corona Borealis	Northern Crown	Couronne Boréale
<b>Crt</b>	Crater	Cup	Coupe
<b>Cru</b>	Crux	Southern Cross	Croix du Sud
<b>Crv</b>	Corvus	Crow/Raven	Corbeau
<b>CVn</b>	Canes Venatici	Hunting Dogs	Chiens de Chasse
<b>Cyg</b>	Cygnus	Swan	Cygne
<b>Del</b>	Delphinus	Dolphin	Dauphin
<b>Dor</b>	Dorado	Dorado	Dorade
<b>Dra</b>	Draco	Dragon	Dragon
<b>Equ</b>	Equuleus	Colt	Petit Cheval
<b>Eri</b>	Eridanus	River Eridanus	Éridan
<b>For</b>	Fornax	Furnace	Fourneau
<b>Gem</b>	Gemini	Twins	Gémeaux
<b>Gru</b>	Grus	Crane	Grue
<b>Her</b>	Hercules	Hercules/Strong Man	Hercule
<b>Hor</b>	Horlogium	Pendulum Clock	Horloge
<b>Hya</b>	Hydra	Water Serpent	Hydre Femelle
<b>Hyi</b>	Hydrus	Small Water Snake	Hydre Mâle



<b>Ind</b>	Indus	Indian	Indien
<b>Lac</b>	Lacerta	Lizard	Lézard
<b>Leo</b>	Leo	Lion	Lion
<b>Lep</b>	Lepus	Hare	Lièvre
<b>Lib</b>	Libra	Scales	Balance
<b>LMi</b>	Leo Minor	Small Lion	Petit Lion
<b>Lup</b>	Lupus	Wolf	Loup
<b>Lyn</b>	Lynx	Lynx	Lynx
<b>Lyr</b>	Lyra	Lyre/Harp	Lyre
<b>Men</b>	Mensa	Table Mountain	Table
<b>Mic</b>	Microscopium	Microscope	Microscope
<b>Mon</b>	Monoceros	Unicorn	Licorne
<b>Mus</b>	Musca	Fly	Mouche
<b>Nor</b>	Norma	Carpenter Square	Équerre
<b>Oct</b>	Octans	Octant	Octant
<b>Oph</b>	Ophiuchus	Serpent Bearer	Ophiucus
<b>Ori</b>	Orion	Hunter	Orion
<b>Pav</b>	Pavo	Peacock	Paon
<b>Peg</b>	Pegasus	Winged Horse	Pégase
<b>Per</b>	Perseus	Perseus/Hero	Persée
<b>Phe</b>	Phoenix	Phoenix	Phénix
<b>Pic</b>	Pictor	Painter's Easel	Peintre
<b>PsA</b>	Piscis Austrinus	Southern Fish	Poisson Austral
<b>Psc</b>	Pisces	Fishes	Poissons
<b>Pup</b>	Puppis	Poop	Poupe
<b>Pyx</b>	Pyxis Nauticus	Ship's Compass	Boussole
<b>Ret</b>	Reticulum	Net	Réticule
<b>Scl</b>	Sculptor	Sculptor	Sculpteur
<b>Sco</b>	Scorpius	Scorpion	Scorpion
<b>Sct</b>	Scutum	Shield	Écu de Sobieski
<b>Ser</b>	Serpens	Serpent	Serpent
<b>Sex</b>	Sextans	Sextant	Sextant
<b>Sge</b>	Sagitta	Arrow	Flèche
<b>Sgr</b>	Sagittarius	Archer	Sagittaire
<b>Tau</b>	Taurus	Bull	Taureau
<b>Tel</b>	Telescopium	Telescope	Télescope
<b>TrA</b>	Triangulum Australe	Southern Triangle	Triangle Austral
<b>Tri</b>	Triangulum	Triangle	Triangle
<b>Tuc</b>	Tucana	Toucan	Toucan
<b>UMa</b>	Ursa Major	Great Bear	Grande Ourse
<b>UMi</b>	Ursa Minor	Little Bear	Petite Ourse
<b>Vel</b>	Vela	Sail	Voiles
<b>Vir</b>	Virgo	Maiden	Vierge
<b>Vol</b>	Volans	Flying Fish	Poisson Volant
<b>Vul</b>	Vulpecula	Fox	Petit Renard

## Annexe 2 : Historique des versions

### Version 3.5 (révision 0) :

#### Septembre - Décembre 2015

- Gestion des grands numéros d'orbite.
- Ajout de l'altitude du marqueur dans les maps des flashes Iridium/MetOp/SkyMed et des transits ISS.
- Ajout des flashes produits par les panneaux solaires des Iridium.
- Ajout des flashes MetOp et SkyMed.
- Ajout de la notification sonore pour le LOS et téléchargement de notifications sonores.
- Ajout de la recherche des données satellites.
- Ajout des informations du signal.
- Ajout de la rotation de l'icône de l'ISS.

### Version 3.4 (révision 5) :

#### Octobre 2014 - Septembre 2015

- Ajout de la météo pour le lieu d'observation et pour les bases de la NASA.
- Suppression du flux vidéo Live ISS obsolète.
- Modification de l'affichage du Live ISS pour la plateforme MacOS X.
- Ajout de la magnitude de la Lune.
- Petites améliorations dans le code source.
- Corrections d'affichage.
- Corrections dans la vérification de mise à jour logiciel.
- Corrections dans le gestionnaire de TLE.

### Version 3.3 (révision 1) :

#### Novembre 2013 - Septembre 2014

- Ajout de l'ISS Live.
- Ajout de la visualisation du Wall Command Center.
- Ajout de l'option 12h (AM-PM) - 24h.
- Ajout de l'affichage de cartes pour les résultats des prévisions.
- Nouvelle méthode de calcul des éclipses satellite (avec réfraction atmosphérique).
- Correction de l'écart heure légale - UTC dans les calculs de prévisions.



- Correction dans la mise à jour des TLE.

### **Version 3.2 (révision 1) :**

#### **Juillet - Novembre 2013**

- Modification dans la vérification des mises à jour.
- Ajout d'informations supplémentaires sur les satellites.
- Conservation de la liste des satellites pour chaque fichier du répertoire TLE.
- Affichage de l'âge du TLE dans l'onglet Transits ISS.
- Affichage du statut des satellites Iridium.
- Calcul de la magnitude des satellites Iridium dans la fenêtre principale.
- Correction mineure dans les prévisions de passage.
- Uniformisation du code source pour les plateformes Windows/Linux/MacOS X.

### **Version 3.1 (révision 3) :**

#### **Octobre 2012 - Juillet 2013**

- Modification de la gestion des fichiers TLE dans l'interface graphique.
- Mode vision nocturne.
- Calcul des paramètres orbitaux adaptés.
- Installateur en ligne (permet également la mise à jour de PreviSat).
- Sauvegarde du paramétrage pour les calculs de prévisions.

### **Version 3.0 (révision 5) :**

#### **Juillet 2011 - Octobre 2012**

- Développement en C++/Qt.
- Nouvelles implémentations des calculs de prévisions, des flashes Iridium, des événements orbitaux et des transits ISS.
- Calcul des coordonnées du maximum pour les flashes Iridium et les transits ISS.
- Modifications dans l'interface graphique : ajout des planètes, affichage de la SAA (South Atlantic Anomaly).

### **Version 2.3 (révision 4) :**

#### **Janvier - Octobre 2011**

- Nombreuses modifications internes.
- Ajout de la carte du ciel (avec les constellations et le nom des principales étoiles).
- Affichage maximisé de la carte du monde ou de la carte du ciel.
- Ajout du mode simulation.

- Téléchargement de nouveaux lieux d'observation et de cartes du monde, gestionnaire de téléchargement de TLE.
- Gestion du nom des satellites pour des TLE à 2 lignes.

### **Version 2.2 (révision 2) :**

**Octobre 2009 - Novembre 2010**

- Redimensionnement de la fenêtre principale.
- Ajout de l'affichage de la Lune.
- Gestion de plusieurs lieux d'observation sur la carte du monde.
- Calcul des transits de l'ISS devant le Soleil et la Lune.
- Nouvelles options d'affichage.

### **Version 2.1 (révision 8) :**

**Avril - Octobre 2009**

- Écriture du modèle SGP4 version 2006 (utilisation de la programmation orientée objet).
- Élaboration de la gestion multi-satellite (enchaînements des calculs, affichage).
- Nouvelle implémentation du calcul des flashes Iridium, de la mise à jour des TLE et de la création de fichiers TLE personnels.
- Ajouts et diverses modifications concernant l'affichage.
- Nombreuses optimisations du code source (utilisation fluide du mode manuel, affichage, prévisions, flashes Iridium, ...).
- Calcul des événements orbitaux des satellites.
- Saisie de la fenêtre au format JPEG ou BMP.
- Téléchargement automatique des TLE.

### **Version 2.0 (révision 8) :**

**Janvier 2008 - Avril 2009**

- Nouvelle interface graphique avec VB2005, simplification de son utilisation.
- Réécriture de toutes les procédures : adaptation au langage VB2005, traduction en langage C des procédures contenant de nombreuses opérations mathématiques.
- Nouvelle gestion des lieux d'observation.
- Optimisation significative des prévisions et des flashes Iridium.
- Nouvelles options d'affichage.
- Affichage de la zone d'ombre.
- Variation graduelle du fond coloré du radar en fonction de la hauteur du Soleil.
- Nouvelle méthode de calcul de la zone de visibilité du satellite et de la zone d'ombre.

### **Version 1.2 (révision 11) :**

**Juin - Décembre 2006**

- Modification de la disposition des éléments dans l'interface graphique.
- Ajout du radar.
- Création de fichiers TLE personnels et leur mise à jour.

### **Version 1.1 (révision 15) :**

**Décembre 2005 - Juin 2006**

- Prévisions des flashes Iridiums (algorithme personnel concernant la magnitude).
- Ajout de la notification sonore et de la zone de visibilité du satellite.
- Ajout du Soleil, du terminateur et de la liste de satellites dans la fenêtre principale.
- Affichage de la trajectoire future du satellite.
- Ajout des Informations satellite.
- Décompression des fichiers TLE au format gz.

### **Version 1.0 (révision 114) :**

**Septembre 2005 - Février 2006**

- Écriture du module calculant les modèles orbitaux SGP4/SDP4.
- Affichage numérique de la position (vecteurs position et vitesse, puis dans les différents repères).
- Calcul des prévisions de passage d'un satellite.
- Ajout de la carte du monde.
- Ajout des boutons de raccourcis sur l'interface graphique.
- Ajout du mode Temps réel, de la barre d'état et du calcul des éléments osculateurs.
- Prévision de plusieurs satellites.
- Ajout du mode manuel.
- Sauvegarde des résultats dans un fichier texte.
- Choix parmi plusieurs pas en mode manuel.
- Optimisation du calcul des prévisions.

## Annexe 3 : Caractéristiques techniques

### 1. Développement informatique

Logiciel	Vers ion	Commentaires
<b>PreviSat</b>	3.5.0.8	30 300 lignes de code source
<b>Qt Creator</b>	3.5.1	EDI
<b>Librairie Qt</b>	4.8.7	Librairie d'interface graphique
<b>CppCheck</b>	1.71	Contrôle et analyse du code source
<b>Inno Setup Compiler</b>	5.5.6 (a)	Setup d'installation pour Windows
<b>Tortoise Hg</b>	3.6.1	Logiciel de gestion de version
<b>UPX</b>	3.91	Logiciel de compression d'exécutable
<b>zlib</b>	1.2.8	Librairie de compression/décompression des fichiers

### 2. Modèles et constantes utilisées

Composant	Référence	Auteur	Commentaires
<b>Modèle orbital</b>	SGP4, Spacetrack report n°3, Models for propagation of NORAD Element Sets	Hoots, Roehrich Vallado	1980 Révision de 2006
<b>Position du Soleil</b>	Astronomical Algorithms 2 <sup>nd</sup> edition	Meeus	Modèle simplifié. pp163-164
<b>Position de la Lune</b>			Modèle simplifié. pp337-342
<b>Position des planètes</b>			Modèle simplifié. pp209-216
<b>Temps sidéral de Greenwich</b>			D'après la formule p88
<b>Éléments osculateurs</b>	Fundamental of Astrodynamics and Application 2 <sup>nd</sup> edition	Vallado	
<b>Extinction atmosphérique</b>	Magnitude corrections for atmospheric extinction, 1992	Green	
<b>Catalogue d'étoiles</b>	Bright Star Catalog 5, 1991	Hoffleit	

Constante	Symb ole	Valeur	Origin e
<b>Constante gravitationnelle géocentrique</b>	GM	398 600.8 km <sup>3</sup> .s <sup>-2</sup>	WGS-72
<b>Constante d'ellipticité géopotentielle</b>	J2	0.001 082 6158	
<b>Troisième harmonique zonal</b>	J3	-0.000 002 538 81	
<b>Quatrième harmonique zonal</b>	J4	-0.000 001 655 97	
<b>Aplatissement du globe terrestre</b>	f	1/298.26	

<b>Rayon équatorial terrestre</b>	Re	6378.135 km	
<b>Unité astronomique</b>	UA	149 597 870 km	UAI 1976
<b>Rayon équatorial solaire</b>	R <sub>☉</sub>	696 000 km	
<b>Rayon équatorial lunaire</b>	R <sub>☾</sub>	1738 km	
<b>Magnitude du centre du disque solaire</b>		-26.98	

## Annexe 4 : Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement :

- T.S. Kelso pour les renseignements qu'il m'a communiqués et les nombreuses informations disponibles sur son site [www.celestrak.com](http://www.celestrak.com),
- David Vallado pour la publication du modèle SGP4 (version 2006) et les méthodes de calcul présentées dans son **Fundamental of Astrodynamics and Applications** (consulter le site [www.celestrak.com](http://www.celestrak.com) pour se le procurer),
- Jean Meeus, dont l'**Astronomical Algorithms** fournit des calculs astronomiques indispensables (calcul du jour julien, position du Soleil, temps sidéral...),
- Michel Casabonne, dont l'aide et les contributions ont permis d'apporter à PreviSat de nouvelles fonctionnalités et d'importantes améliorations,
- et les personnes qui m'ont aidé au développement de PreviSat, pour leurs conseils et les tests du logiciel (merci Claudia, Yannis, Rémi, JB, Benoît, Maurice, Jean-Louis !).

J'adresse également des remerciements aux personnes qui m'ont fait part de leurs appréciations du logiciel.

### 1. Traductions

**Anglais** : Mr O'Donoghe

### 2. Graphisme (icônes, écran de démarrage)

Claudia Martinez

## Annexe 5 : Contact - Licence

Ce logiciel est distribué sous la licence GNU GPL version 3. Les données numériques calculées par PreviSat ainsi que les prévisions (passage des satellites, flashes, évènements orbitaux et transits ISS) ne sont soumises à aucune restriction et peuvent être diffusées librement. La dernière version du logiciel peut être téléchargée sur le site de diffusion officielle [sourceforge.net/projects/previsat/](https://sourceforge.net/projects/previsat/).

Pour toute information, suggestion ou en cas de problème, n'hésitez pas à envoyer un mail à l'auteur du logiciel à l'adresse suivante : [astropedia@free.fr](mailto:astropedia@free.fr).