



Comment observer les satellites artificiels?

Introduction

Peu de gens savent que les satellites artificiels sont facilement observables depuis le sol. On sait qu'ils existent, mais on les imagine dans un ailleurs lointain, au-delà du regard des humains, quasiment dans le domaine des dieux, en exagérant à peine...

Pourtant, ils sont facilement observables, et on peut même faire un peu de sciences avec eux...

1- Comment reconnaître un satellite artificiel dans le ciel?

Les satellites sont trop petits et lointains, pour que, vus du sol, on ne perçoive autre chose qu'un point brillant dans le ciel nocturne. Ce qui ne nous avance guère, il n'y a que ça là-haut.

-Indice numéro 1: Ca bouge.

Les satellites tournent autour de la Terre sur leurs orbites. Il faut donc chercher un petit point lumineux en mouvement par rapport aux étoiles. Ce mouvement semble quasi-rectiligne, mais parfois, on a l'impression de percevoir de petits zig-zags, ce qui surprend toujours. Il s'agit d'une erreur de notre cerveau, qui tente de repérer le point en déplacement par rapport aux étoiles, mais comme il y en a plein, il change de repère sans cesse, en évaluant avec une mauvaise précision sa position, ce qui donne une sensation de mouvement étrange dans certains cas.

-Indice numéro 2: C'est lent.

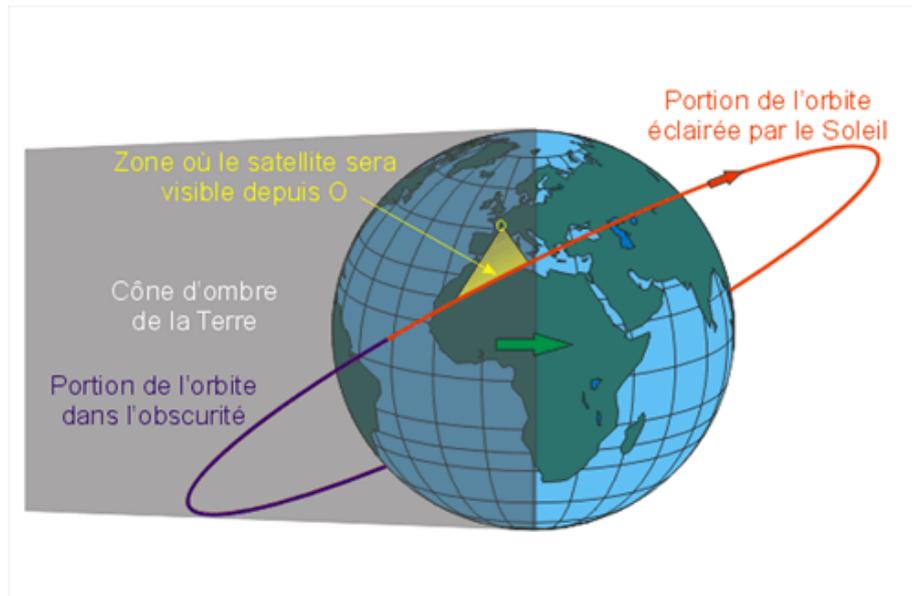
Ils se déplacent à plusieurs kilomètres par seconde autour de nous, mais sont à plusieurs centaines de kilomètres. Leurs mouvements apparents sont donc lents, aussi lents que les mouvements des avions avec lesquels ils peuvent être confondus. Mais ça les distingue des étoiles filantes, elles, très rapides.

-Indice numéro 3: L'éclat est sensiblement constant, ou varie lentement.

C'est justement le moyen de les distinguer des avions, qui eux, ont des feux clignotants.

Et d'ailleurs, pourquoi les satellites brillent-ils dans le noir? Sont-ils éclairés par eux-mêmes? Non, bien sûr, on ne les voit luire que parce qu'ils réfléchissent la lumière du Soleil, encore visible pour eux, même s'il fait déjà nuit au sol, tout comme les sommets de montagnes qui restent éclairés plus longtemps par le Soleil, que les plaines à leurs pieds.

Ce qui donne une indication intéressante sur leurs conditions d'observations:



Sur le schéma précédent, Le jour va bientôt se lever pour le point O, le ciel est encore bien noir, un satellite est visible s'il est déjà éclairé par le Soleil. Bien sûr cela fonctionne aussi le soir. Ce n'est donc pas en plein cœur de la nuit que vous aurez le plus de chance de les voir, mais plutôt en début ou en fin de nuit.

2- Sont-ils faciles à photographier?

Oui, très. Il suffit de placer un appareil photo permettant de faire de longues poses sur un support stable, un trépied idéalement, et de déclencher.

Voici deux exemples:





La Station Spatiale internationale vient de se lever au Nord-Est et monte lentement dans le ciel. La pose était de 30s, déclenchée alors qu'ISS était déjà bien visible, au début à gauche de sa traînée (©PhB pour Astro à l'École).



Quelques secondes plus tard, ISS est montée dans le ciel, mais son éclat baisse progressivement! Tout simplement parce qu'elle est en train de pénétrer dans l'ombre de la Terre (©PhB pour Astro à l'École).

ISS est énorme, donc peut apparaître très brillante dans le ciel, c'est souvent même ce qu'il y a de plus lumineux.

Son orbite est un peu inclinée par rapport à l'équateur terrestre, elle est plus rapide que la rotation de la Terre parce qu'elle est plus basse que l'orbite géostationnaire, là où les satellites tournent au même rythme que la Terre sur elle-même. ISS se lèvera donc toujours vers l'Ouest pour se coucher vers l'Est.

3- Peut-on faire un peu de science avec les satellites?

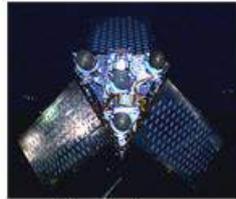
On vient déjà d'en faire à partir de ces images: jour, nuit, ombre de la Terre, orbites etc...

Mais on peut faire un peu mieux: par exemple essayons de mesurer la distance d'un satellite à partir de 2 images!

Pour cela, on va en choisir des spéciaux: les satellites Iridium, qui servent à assurer un



réseau de téléphonie satellitaire. Ces satellites disposent sur leur "ventre" de 3 panneaux d'antennes, très réfléchissants. L'orbite du satellite et la position de ces antennes est connue avec une grande précision, et on peut prévoir à l'avance, pour un lieu donné, le moment exact où vous pourrez voir un reflet de Soleil sur l'un de ces panneaux. C'est souvent très spectaculaire, car assez bref est parfois extrêmement brillant (cela peut aller jusqu'à une magnitude -8, et créer facilement des ombres au sol)



Vue de dessous

Il suffit de pouvoir prévoir quand

cela va se passer, et c'est très facile. Un site Internet est utile pour cela: "Heavens Above".

-Allez d'abord sur ce site (son nom dans une barre de recherche de navigateur suffit à le trouver).

-Un des premiers liens du site permet de définir son lieu d'observation.

-Vous pourrez alors choisir les satellites qui vous plaisent, ISS en fait bien sûr partie, mais ne nous déconcentrons pas, choisissons "Flashes Iridium".

-Le site calcule alors les futures observations pour votre lieu, et il y en a très souvent.

-Le site vous trace même une carte du ciel contenant la trajectoire de votre cible: il ne reste plus qu'à se préparer dehors, appareil photo et trépied bien orientés, et déclencher sa pose quelques secondes avant l'apparition prédite: cela marche très bien, mais pensez à avoir une montre réglée à l'heure atomique, c'est important!



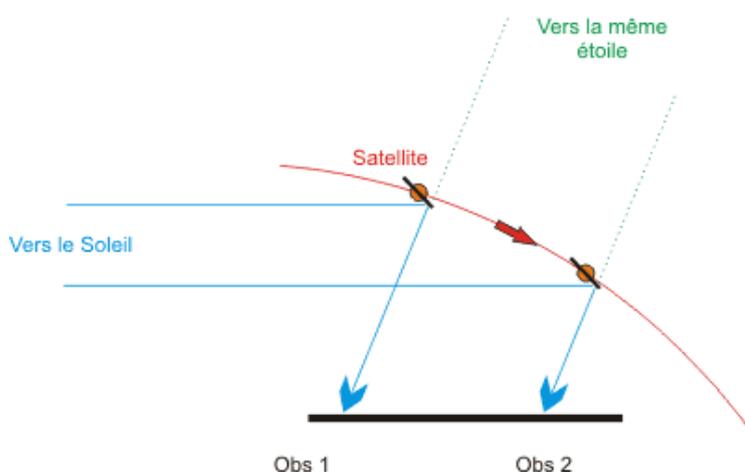
©PhB pour Astro à l'École

Ainsi, vous pourrez avoir une image du genre de celle-ci-dessus, le flash a eu lieu à proximité de la constellation d'Orion, que vous reconnaissez peut-être.

Mais il faut avoir un ami, habitant quelques kilomètres de votre point d'observation. Et si c'est un ami, il acceptera bien de se déplacer vers un endroit adapté. Si vous photographiez en même temps le satellite, vous obtiendrez ceci:



Les images ont le Nord en haut. La trajectoire était quasiment Nord-Sud. On remarque que les deux traînées sont légèrement décalées l'une par rapport à l'autre selon un axe Est-Ouest. Pourquoi cela?



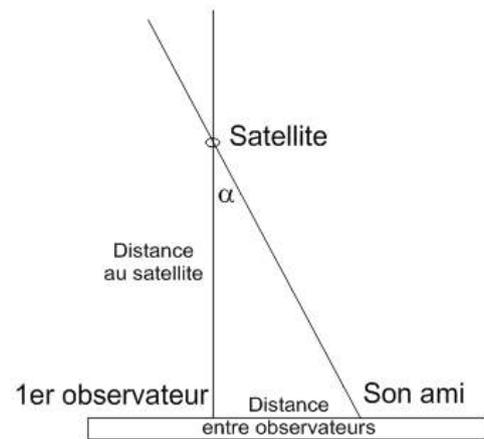
Si la trajectoire est Nord-Sud et que les 2 observateurs sont aussi sur un axe Nord-Sud, ils ne percevront **pas** de décalage sur les 2 images. Le flash n'a pas lieu tout à fait au même moment, mais quand l'angle Soleil-satellite-observateur est le même.



Il est visible alors dans la même direction du ciel dans ce cas. Le décalage n'est perceptible que si un décalage Est-Ouest existe aussi entre les 2 photographes.

Exemple, pour ces 2 images, il y avait une distance de 30km Nord-Sud entre les deux observateurs, et de 10km Est-Ouest.

Les deux étoiles les plus brillantes en bas à droite de la traînée sont Omicron 1 et 2 de l'Eridan (1 est en haut, 2 en bas), elles sont séparées de $1^{\circ}10$ min d'angle, ou 70 min d'angle. Ce décalage est bien sûr dû à la parallaxe entre les deux observateurs, et à l'écart Est-Ouest entre ceux-ci. Sur l'image, les deux traces sont alors séparées d'environ 35 min d'angle (produit en croix). Un calcul approximatif de trigonométrie donne:



$\tan(\alpha) = \text{écart E-O entre observateurs} / \text{Distance satellite, donc}$

$\text{Distance satellite} = \text{écart E-O entre observateurs} / \tan(\alpha) = 10 / \tan(35/60) \approx 1000 \text{ km}$

Ce calcul n'est qu'approximatif, puisqu'il suppose un angle droit un peu illusoire, mais qui marchera mieux si le passage choisi se fait au zénith. Sinon, le calcul se complique un peu...

Vous voilà prêts pour partir à la chasse aux satellites...

Matériel nécessaire:

- Un appareil photo acceptant des poses de quelques secondes (un réflex numérique est idéal)
- Un trépied pour l'appareil ou un support stable
- Une connexion au Net pour accéder au site "Heavens Above"
- Un satellite coopératif