

## LES SATELLITES SPOT 1, 2, 3

**Depuis le lancement du satellite Spot 1 en 1986, la famille s'est agrandie avec le souci constant d'assurer à l'utilisateur une continuité de service. Les trois premiers satellites du système Spot (Satellite Pour l'Observation de la Terre), issus de la même génération, ont prouvé la pertinence des choix technologiques effectués par le CNES au moment de leur conception.**

**Durant ces onze années d'exploitation du système, plus de 5 millions d'images de tous les pays ont été recueillies, sans discrimination, constituant ainsi la "mémoire" de notre planète.**

**Par leurs caractéristiques inédites liées à la résolution, la stéréoscopie et la répétitivité, les satellites Spot constituent une prodigieuse source d'information sans cesse actualisée.**

Décidé en 1978 par le gouvernement français, conçu par le CNES, le système Spot a été réalisé en coopération avec la Belgique et la Suède. Composé d'une série de satellites, il comprend également les infrastructures terrestres de contrôle, de programmation et de production d'images.

Préoccupation mondiale de plus en plus grande, l'observation de la Terre représente aujourd'hui un secteur d'activité dynamique. Source privilégiée de l'information géographique, la télédétection spatiale s'inscrit désormais comme l'un des outils indispensables à de nombreux utilisateurs qui voient dans la continuité de la filière Spot, la preuve d'un système fiable et opérationnel.

### Le satellite Spot 1

Le 22 février 1986 à 01 heure 44 min (T.U), Ariane (vol n°16) décolle de Kourou avec à son bord le satellite Spot 1. A Toulouse, plus de mille personnes assistent avec une grande émotion à cette mise en orbite. Dès le lendemain, la station de réception d'Issus-Aussaguel (près de Toulouse) reçoit les premières images de la région de Nice, de la plaine du Pô en Italie (en noir et blanc, détails de 10 m) et du Djebel Amour, dans le Sahara algérien (en couleur avec des détails visibles de 20 m).

Les images sont d'excellente qualité, confirmant le parfait fonctionnement du système. Fleuron de l'industrie spatiale française, Spot 1 apporte des performances nouvelles par rapport à ses concurrents américains ou soviétiques : il fournit des images dont la résolution de 10 m était alors la plus fine obtenue par un satellite civil, et il permet des prises de vues stéréoscopiques grâce à sa capacité de visée latérale, très utile pour appréhender le relief. En outre, il est programmable ce qui permet l'acquisition d'images d'une zone précise de la Terre dans de courts délais, si la couverture nuageuse le permet.

Le premier satellite civil français d'observation de la Terre va dépasser toutes les espérances de succès. Prévu pour une durée de vie de 3 ans, il continue de fonctionner parfaitement 11 ans après son lancement, ayant seulement perdu sa capacité d'enregistrement à bord en 1990 (le premier enregistreur de bord a cessé de fonctionner en 1986). Au début de l'année 1991, Spot 1, qui conserve sa capacité de prise de vue directe, est mis en réserve sur son orbite où il fait l'objet d'un suivi de contrôle quotidien au Centre spatial de Toulouse.

En mars 1992, Spot 1 est réactivé après une campagne de vérification des instruments de prise de vue et reprend du service opérationnel jusqu'au mois d'octobre de la même année. Spot 1 doit couvrir la période végétative sur l'hémisphère Nord afin d'alléger la charge de Spot 2, très sollicité sur certaines régions du monde. Cette même opération a été effectuée du mois d'avril à fin du mois de juillet 1993. Au début de 1997, Spot 1 est remis en service une nouvelle fois après la défaillance de Spot 3 et continue de fournir des données d'excellente qualité, conformes aux spécifications d'origine jusqu'au lancement de Spot 5 en mai 2002..

## Le satellite Spot 2

Spot 2, lancé le 21 janvier 1990 à 01 h 35 (TU) par Ariane (vol n°35) prend le relais du premier satellite Spot. Le 23 janvier, il livre ses premières images de la région allant de Marseille à Toulon (en noir et blanc, avec des détails de 10 m), et de la région du lac de Garde, en Italie (en couleur, avec des détails de 20 m). La qualité des prises de vues a été déclarée en tous points comparable à celle de Spot 1 tant au point de vue géométrique que radiométrique. Spot 2 est mis en exploitation opérationnelle le 21 mars de la même année.

Conçu sur le même principe que son prédécesseur, il comporte la même plate-forme multimission\* et une charge utile identique\* (hormis l'utilisation, pour les détecteurs des HRV, de Dispositifs à Transfert de Charge (DTC, CCD en anglais) Thomson TMS à la place des DTC Fairchild qui équipaient Spot 1).

Spot 2 embarque la mission probatoire du système Doris de radiolocalisation et de détermination précise d'orbite, conçu par le CNES avec le support du GRGS (Groupement de Recherche en Géodésie Spatiale) et de l'IGN (Institut Géographique National).

Plate-forme multimission commune aux satellites Spot :

- contrôle de l'ensemble des fonctions de bord
- maintien précis de l'orbite
- stabilisation selon trois axes
- commande de la charge utile par un calculateur de bord

Charge utile des satellites Spot

- 2 instruments de prise de vues HRV
  - Champ de prise de vue : 4,13°
  - Angle de prise de vue :  $\pm 27^\circ$
  - Largeur de bande observée : 60 km (en visée verticale)
  - Mode multibande XS (couleur) :
    - Bande 1 (vert) : 0,50-0,59 micromètre
    - Bande 2 (rouge) : 0,61-0,68 micromètre
    - bande 3 (proche infrarouge) : 0,79-0,89 micromètre
  - résolution au sol : 20 m
  - Mode panchromatique (noir et blanc) :
    - Intervalle : 0,51-0,73 micromètre
    - Résolution au sol : 10 m

- Ensemble d'enregistrement des données sur bande magnétique et de transmissions vers le sol. Capacité d'enregistrement : 22 min (par enregistreur)

A partir de la mise en service de Spot 2 et jusqu'au maintien en réserve de Spot 1, le système Spot se compose des deux satellites opérant sur la même orbite mais déphasés de 180°. Spot 2 effectue donc son orbite avec un décalage d'une demi-Révolution par rapport à Spot 1.

Spot 2 est encore utilisé par Spot Image pour de nombreux clients et par de nombreuses stations à travers le monde.

## Le satellite Spot 3

Lancé le 26 septembre 1993, Spot 3 est de la même génération que Spot 1 et 2 et comporte les mêmes instruments. Spot 3 était sur la même orbite que Spot 2 avec un déphasage tel qu'ils puissent être tous les deux suivis et que leurs données puissent être enregistrées, en suivant, par le même réseau de stations de réception. Spot 1, également sur la même orbite est, lorsqu'il n'est pas réactivé, en position de stockage.

Spot 3 embarquait deux passagers : Doris et Poam II, instrument scientifique américain de mesure de l'ozone et des aérosols au-dessus des pôles. La mission de Doris sur Spot 3 était consacrée au service de la localisation de balises.

A la suite d'une défaillance d'un élément de son système de stabilisation, Spot 3 a cessé de fonctionner en novembre 1996 après plus de trois années de service.

## Les spécificités du système Spot

Les satellites Spot sont des satellites d'observation optiques (radiomètres imageurs) dont les principales caractéristiques techniques sont les suivantes :

- Une haute *résolution* spatiale :

Les satellites Spot 1 à Spot 3 offrent une résolution de 10 mètres en panchromatique (images en noir et blanc) et 20 mètres en multibande (images en couleurs).

- Une très bonne précision géométrique, permettant notamment de réaliser des produits cartographiques ayant les normes des cartes topographiques du 1:50 000 et des cartes thématiques jusqu'à l'échelle du 1:25 000,

- 4 bandes de longueur d'onde d'observation, réparties en deux modes spectraux (voir figure 1) :

- Le mode multibande, pour lequel les instruments enregistrent les rayonnements émis dans trois bandes de longueur d'onde différentes : deux dans le visible et une dans le proche infrarouge.
- Le mode panchromatique offrant une résolution au sol de 10 mètres à la verticale du satellite. Ce dernier mode est destiné à privilégier la finesse géométrique de l'image et à distinguer par exemple des routes, des bâtiments importants, une exploitation...

- Une bonne accessibilité grâce à la possibilité de faire varier latéralement la direction de l'observation à plus ou moins 27° par rapport à la verticale du satellite. Cette spécificité a deux avantages :

- une bonne répétition des observations : un point donné de la Terre peut ainsi être observé fréquemment (tous les deux à trois jours à la latitude de la France),
- une vision stéréoscopique : deux observations du même point peuvent être faites sous des angles différents et le couple d'images ainsi obtenu autorise la vision stéréoscopique du sol qui permet de restituer le relief avec précision. Ce même résultat peut aussi être obtenu à l'aide de deux satellites effectuant à 30 minutes d'intervalle, une prise de vue d'un même site.

## L'orbite des satellites Spot

L'orbite des satellites Spot a trois caractéristiques : elle est circulaire, héliosynchrone et phasée. Situés à une altitude de 832 kilomètres, les satellites Spot effectuent 14 5/26 révolutions par jour, soit 101 minutes pour parcourir un "tour de la Terre". Un cycle dure 26 jours durant lequel les satellites effectuent 369 révolutions.

L'orbite est circulaire, c'est-à-dire d'altitude constante au dessus de la surface de la Terre afin d'obtenir des images possédant les mêmes caractéristiques quelque soit le point observé. Elle est aussi quasi-polaire, car, pour obtenir des images de toutes les régions terrestres, il est nécessaire que les satellites suivent un cycle de fonctionnement permettant de répéter régulièrement les observations d'un point donné. Les satellites doivent donc effectuer un nombre entier de révolutions sur leur orbite et la Terre, un nombre entier de tours sur elle-même. Dans ces conditions, le satellite et la Terre retrouvent ainsi leurs positions respectives de départ. On dit que l'orbite est phasée par rapport à la Terre.

Enfin, le choix de l'orbite des satellites Spot a été fait de manière à assurer une synchronisation parfaite avec le Soleil (car l'angle entre le plan de l'orbite et la direction du Soleil est constant). Les conditions d'éclairement sont ainsi identiques pour toutes les scènes de même latitude, à une même heure solaire locale. On cherche donc à observer un point donné toujours à la même heure. Cela est obtenu en choisissant une orbite héliosynchrone.

### L'ORBITE DE SPOT

**Orbite :**

quasi polaire, circulaire, héliosynchrone et phasée

**Altitude :**

832 km de la Terre

**Inclinaison sur l'équateur :**

98,7°

**Durée d'une révolution :**

101,4 min

**Durée du cycle orbital :**

26 jours

(plus de 14 révolutions par jour)

### LES SATELLITES SPOT

Spot-1, lancé le 22 février 1986 (Ariane 1)

Spot-2, lancé le 22 janvier 1990 (Ariane 40)

Spot-3, lancé le 26 septembre 1993 (Ariane 40), fin de fonctionnement en novembre 1996).

### ORGANISATION INDUSTRIELLE:

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'oeuvre du système

CNES

Maîtrise d'oeuvre des satellites

CNES (Spot 1)

Matra Marconi Space\* (Spot 2, Spot 3)

Maîtrise d'oeuvre plate-forme, instruments HRV, logiciel de vol

Matra Marconi Space\*

Maîtrise d'oeuvre de la télémessure image

Alcatel Espace

Enregistreurs

---

Odetics

\*Aujourd'hui Astrium