

Le centre-ville de Dubai, image acquise par Pléiades 1A, le 21 décembre 2011. Dubai city centre, image acquired by Pleiades 1A, 21 December 2011.

## Télédétection spatiale/ Pléiades, un système novateur

LILIANE FEULLERAC POUR LE CNES

**A**vec Pléiades 1A, lancé le 17 décembre 2011, l'imagerie spatiale française fait un saut technologique et se dote d'un outil totalement novateur. Pléiades joue sur la synergie de deux satellites, 1A et 1B, alliant capacité d'acquisition unique, agilité exceptionnelle et très haute résolution. Initialisée avec Spot, la télédétection spatiale trouve avec Pléiades un système performant en termes de services applicatifs. La compatibilité des données Spot 5 et Pléiades va élargir encore la gamme de ces services. Système dual, Pléiades livrera des images destinées en priorité aux activités de défense, mais il sera aussi au service de thématiques multiples, notamment celles évoquées dans le Grenelle 2, touchant à la biodiversité et à la gestion du territoire.

Dans ses programmes, l'Éducation nationale a fait de ces deux thématiques une priorité. L'intérêt du nouveau système d'observation est donc majeur. Pour les classes de seconde, il pourra être porteur de ressources dans les travaux interdisciplinaires liés à l'environnement, en particulier l'étude des Trames verte ou bleue. Les lycéens de première devraient tirer profit des qualités intrinsèques de Pléiades en géographie, dans les domaines de la cartographie et de l'aménagement du territoire.

### SPACE REMOTE SENSING

#### Pleiades - An innovative system

LILIANE FEULLERAC FOR CNES

With Pleiades 1A, launched on 17 December 2011, French satellite imagery is taking a technological leap into the future. The system leverages the synergies of two satellites—Pleiades 1A and 1B—allying unique acquisition capacity with exceptional agility and very high resolution. The latest in a series of Earth-imaging satellites that began with SPOT, Pleiades is a system built with applications in mind. And the compatibility of SPOT 5 and Pleiades data is set to further broaden the range of available data services. As a dual-use system, Pleiades will give priority to military imagery but will also serve multiple thematic domains, notably the biodiversity and land-planning challenges envisioned in stage two of the government's Grenelle environmental policy review.

The French school curriculum gives priority to these two themes. The new Earth-observation system will therefore provide valuable material for 10<sup>th</sup> grade students working on interdisciplinary subjects, particularly ecological corridors, as well as for 11<sup>th</sup> graders who will benefit from its intrinsic qualities when studying mapping and land planning in geography classes.



Portrait Profile  
Delphine Fontannaz  
> P. 4

[www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)

[www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs/](http://www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs/)

# PLÉIADES, PLUS QU'UN SATELLITE, UN SYSTÈME !



© CNES, 2011

Les pyramides d'Égypte, image acquise par Pléiades 1A, le 24 décembre 2011. Egyptian Pyramids, image acquired by Pleiades 1A, 24 December 2011.

ces petits satellites peuvent très rapidement être orientés ou réorientés pour opérer une revisite sur les sites déjà couverts, sans générer de vibrations dégradant les images.

## Concrètement, quelles sont les plus-values apportées par Pléiades ?

Pléiades fournit une nouvelle génération d'images de grande précision. Ces images sont acquises à bord avec une résolution de 70 cm au nadir. Mais, du fait de son principe d'acquisition, l'information donnée par une image satellite est mieux restituée dans les directions  $\pm 45^\circ$ . Si l'on veut préserver l'information lors de la phase de traitement des images (rotations en particulier), il faut les zoomer au préalable. Le zoom numérique ne change pas la résolution des images (70 cm pour Pléiades) et ne fait pas apparaître d'informations plus précises, mais les images fournies sont redimensionnées avec un pixel de taille  $50 \times 50 \text{ cm}^2$ . Elles sont donc échantillonnées au sol pour être fournies à l'utilisateur à 50 cm. Ces images ont une superficie unitaire de  $20 \times 20 \text{ km}^2$  mais pourront couvrir des champs de superficies allant jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres carrés. L'instrument intervient dans les bandes spectrales bleue, verte, rouge et proche infrarouge. Sa puissance d'acquisition est de 450 images par jour par satellite. Lorsque les deux satellites seront en activité, le système Pléiades aura une capacité d'accès journalière en tout point du globe.

## Spot 5 est déjà un satellite performant. Quelle est la différence avec Pléiades ?

Spot 5 est un satellite d'observation de la Terre, le plus récent de la filière Spot. Ses performances ont été améliorées par rapport aux Spot 1 à 4 grâce à l'évolution de l'instrumentation, en particulier l'imageur haute résolution géométrique. Celui-ci permet d'observer des détails à 2,5 mètres au sol. Spot 5 opère 14,2 révolutions par jour, soit un cycle orbital de 26 jours. La couverture des images peut atteindre de 60 à 120 km de diamètre.

Pléiades est une constellation de 2 satellites de faible masse (1 tonne environ). Chacun d'eux a de fortes capacités d'acquisition optiques, qui autorisent le fonctionnement en stéréoscopie sur une même orbite. Des panneaux solaires déployables complètent les panneaux fixes. Ces satellites sont dotés d'une motorisation puissante grâce à des actionneurs gyroscopiques nouvelle génération. Le système est équipé de senseurs stellaires très précis. Très agiles, mais aussi très rigides,

## Quelles applications nouvelles vont en découler ?

Les données de Pléiades vont pouvoir être utilisées seules ou en complémentarité avec celles de Spot ou des images aériennes. L'intérêt de Pléiades réside dans l'optimisation de la résolution des images et de leur grande surface au sol. Cette combinaison résolution-surface image doit satisfaire les besoins des institutions en matière d'aménagement de territoire, de cartographie, de développement durable. Les données Pléiades sont très attendues, par exemple, dans le cadre de la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. Elles contribueront à la mise à jour des bases de données cartographiques de l'IGN, ou à l'élaboration des plans de prévention des risques... Le système Pléiades est aussi appelé à jouer un rôle pour le suivi de directives européennes (directive-cadre eau, nitrates), le suivi des bonnes pratiques environnementales en agriculture, la politique agricole commune, etc.

## Pleiades - More than a satellite, a system

SPOT 5 is already a powerful satellite. So how does it differ from Pleiades?

SPOT 5 is the latest in the series of SPOT Earth-observation satellites. It offers increased performance over its predecessors SPOT 1 to 4 thanks to its more sophisticated sensing instruments, particularly the high-resolution geometric (HRG) imaging instrument, able to resolve features of 2.5 metres on the ground.

SPOT 5 completes 14.2 orbital revolutions every day, giving it a repeat cycle of 26 days. Its images cover a ground footprint of 60 to 120 kilometres across.

Pleiades is a constellation of 2 satellites each weighing approximately 1 tonne. Both satellites afford the same advanced optical acquisition capabilities that enable the system to collect stereo

imagery from the same orbit. They have deployable and fixed solar panels, powerful thrusters using new-generation control moment gyros (CMGs) and highly accurate star trackers. These very agile but also very rigid small satellites can be steered and repositioned very quickly to revisit an area of interest without inducing image-distorting vibrations.

What are the real pluses of Pleiades?

Pleiades brings a new generation of high-precision imagery acquired at a resolution of 70 centimetres at nadir. But, because of the image acquisition method, the data in a satellite image are of better quality at viewing angles of  $\pm 45^\circ$ . To preserve the information in an image during the processing phase (notably

when rotating it), we first have to zoom in. Digital zooming doesn't change the image resolution (70 cm for Pleiades) or render details more precise, but images are resized to obtain pixels of  $50 \times 50 \text{ sq.cm}$ . They are therefore resampled on the ground to offer users a resolution of 50 cm. These images have a footprint of  $20 \times 20 \text{ sq.km}$  but can cover surface areas of up to several hundred sq.km. The imaging instrument operates in the blue, green, red and infrared spectral bands. Each satellite has the capacity to acquire 450 images every day. Once both are operational, the Pleiades system will be able to revisit any point on the globe daily.

What new applications will this lead to? Users will be able to employ Pleiades

data alone or with SPOT or aerial imagery. The real value of Pleiades imagery lies in its optimal resolution and large ground footprint, a combination that will meet institutional requirements for land planning, mapping and sustainable development. For example, Pleiades data are eagerly awaited to help implement the results of the French government's environmental policy review and will be used to update basemaps maintained by IGN, the national survey and mapping agency, or to establish risk mitigation plans. The Pleiades system will also support monitoring of compliance with EU water and nitrate directives, environmentally friendly farming practices and the common agricultural policy.

EXERCICE DE GÉOGRAPHIE

ÉTUDE D'IMPACT DE L'IMPLANTATION D'UN TRAMWAY DANS UNE ZONE AÉROPORTUAIRE

Source : Étude de faisabilité pour la mise à jour de la BD Topo à l'aide d'images submétriques ; IGN Espace 2011  
 Source: Feasibility study for updating of topographic database using submetric imagery - IGN Espace 2011

**Localisation:** Zone d'activité « Andromède » aéroportuaire de Toulouse-Blagnac.

**Méthode:** Analyse multi temporelle d'images satellitaires à haute et très haute résolution.

**Supports:**

- Image Spot 5 à 2,5 m de résolution de septembre 2002.
- Image WorldView 2 à 0,5 m de juin 2010.

L'étude IGN a porté sur l'analyse de l'impact de la ligne de tramway Toulouse-Blagnac avec son extension jusqu'au nouveau terminus nord et à la gare de triage dans la zone aéroportuaire nord de Toulouse-Blagnac.



Extrait carte IGN 1/25000.  
 Extract from IGN 1:25 000 map.

**Exercice:**

- Localisez les deux extraits d'images satellite par rapport à l'extrait de carte IGN de 2000. Puis en comparant d'une part avec la carte IGN et d'autre part avec les 2 images:
- Indiquez sur l'image WorldView 2 de 2010 les évolutions urbaines et les aménagements logistiques apparus depuis 2000 (carte IGN), 2002 (Spot 5).
- Que pouvez-vous dire de l'évolution espace agricole-espace urbain ?
- Quel est l'apport de l'imagerie à très haute résolution pour le suivi de ces évolutions ?



Image Spot 5 de 2002 (2,5 m de résolution).  
 2002 SPOT 5 image (2.5-m resolution).

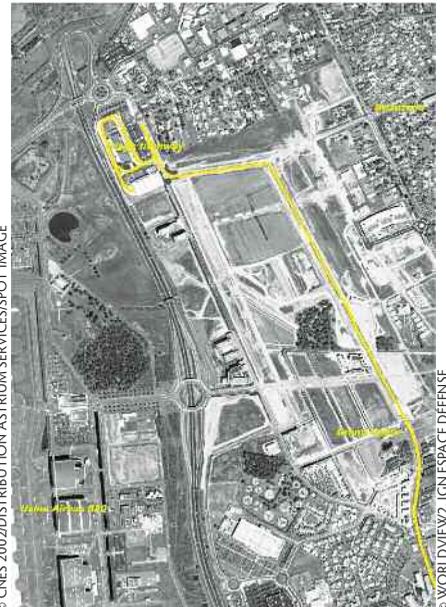


Image WorldView de 2010 (0,50 m de résolution).  
 2010 WorldView-2 image (0.5-m resolution).

**GEOGRAPHY EXERCISE**  
**Impact study for a tramway line in an airport zone**

**Location:** Andromède airport zone, Toulouse-Blagnac  
**Method:** Analysis of multirate satellite imagery at high and very high resolutions  
**Imagery:**

- SPOT 5 2.5-m image acquired September 2002
- WorldView-2 0.5-m image acquired June 2010

The study by IGN focused on the impact of a tram line from Toulouse to Blagnac and its extension to the new north terminus and the yard in the north zone of Toulouse-Blagnac airport.

**Exercice:**

- Locate the two satellite image subscenes with respect to the IGN map extract. Then, comparing with the map and with the 2 images:
- Indicate in the 2010 WorldView-2 image urban change and logistic infrastructures added since 2000 (IGN map) and 2002 (SPOT 5 image).
- What can you say about the changes in farmland and urban areas?
- What advantages does very-high-resolution imagery afford when tracking these kinds of changes?

**Answers:**  
 IGN map compiled from interpretation of the WorldView-2 image and additional information gathered in the field (in red, new buildings and infrastructure). Ultimately, IGN maps will be able to be updated using very-high-resolution imagery like Pleiades.  
 We can see here that farmland is not being taken over by housing estates but by logistic and industrial infrastructure.

**Correction:**

Cartographie IGN produite à partir de l'interprétation de l'image WorldView 2 et d'informations terrain complémentaires (en rouge nouvelles implantations). À terme les cartes IGN pourront être actualisées avec de l'imagerie très haute résolution, telles les images Pleiades.  
 On peut noter ici que la consommation d'espace agricole n'est pas le fait de lotissements d'habitation, mais d'aménagements logistiques et industriels.





**DANS LE SPATIAL, LE CNES, C'EST MYTHIQUE !**

*"In space, CNES is the place to be!"*

© CNES/IE GRIMAUD, 2012

**PROFILE: DELPHINE FONTANNAZ**  
Engineer in the Image Analysis and Products department

**Maintaining the bond between products and users**

*Her life is like a road movie and she's not complaining. What sticks in Delphine Fontannaz's mind is the rich variety of experiences she has acquired during her atypical career. Every new turn has rekindled her curiosity, forged her independence and strengthened her sense of responsibility.*

As a child, Africa was her playground as she explored the continent for 19 years with each of her father's new postings. Her passion for the place is still intact. As a biology student she discovered "SPOT Earth imagery... and wow! I was first attracted by its visual and aesthetic appeal rather than the technical side. But that formative experience was to shape my future! I decided to specialize in remote sensing and image processing," she recounts. After obtaining a DESS postgrad diploma from the CESR<sup>1</sup> space radiation research centre, Delphine Fontannaz chose a multicultural path—"It was in my genes!" she says with a smile—to work on remote-sensing projects at private research labs, all the while gaining experience but sticking to the same guiding principle. "I've always been attached to applications, to the bond between end-product and end-user. OK, satellite imagery is great, but what can we do with it? What solutions does it provide and what services can we use it for?" At the EIP engineering school in Toulouse, for example, she used it to aid land planning. At CNES subsidiary Medias-France she led the ISIS<sup>2</sup> project to develop a satellite database for scientists. In 2008, she joined CNES, well aware of this new atypical turn in her career: "A thematic expert in a world of engineers!" For Delphine, it was a dream come true, "because in space, CNES is the place to be!" But she maintained her focus on applications, pursuing her quest to match imagery and services. After contributing to GMES through SAFER<sup>3</sup>, she is now involved in KAL-Haïti, "a project aiding reconstruction in Haiti, which is heart-rending because of the human side," and working hard on in-orbit checkout for Pleiades. For Delphine Fontannaz, the last three years at CNES have been a series of journeys.

<sup>1</sup> Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements.

<sup>2</sup> Incitation à l'Utilisation Scientifique des Images Spot.

<sup>3</sup> Services and Applications For Emergency Response.

(N.D.L.R. Nos remerciements vont à Hélène Deboissezon, CNES, Michel Vauzelle, professeur chargé de mission auprès du CNES, Vincent Doumerc, professeur de Géographie et Yves Darbanie, professeur de SVT.) (Editor's note: Our thanks to Hélène Deboissezon at CNES, Michel Vauzelle, teacher and advisor to CNES, Vincent Doumerc, geography teacher, and Yves Darbanie, life and Earth sciences teacher).

# Faire le lien entre produits et utilisateurs

**Sa vie ressemble à un road movie, et elle ne s'en plaint pas ! De son parcours atypique, Delphine Fontannaz ne retient que les richesses accumulées au cours d'expériences plurielles. Au jeu des migrations-adaptations, elle a gagné en curiosité, en autonomie, en indépendance et en sens des responsabilités.**

**Cursus classique**

- 1987 — Baccalauréat D (sciences naturelles)
- 1993 — DESS
- 2008 — Entrée au CNES au service Analyse et produits images Career path
- 1987 - Baccalaureate D (natural sciences)
- 1993 - DESS postgraduate diploma
- 2008 - Joined CNES's Image Analysis and Products department

Enfant, son terrain de jeu, c'était l'Afrique, qu'elle a sillonnée pendant dix-neuf ans au gré de la carrière paternelle. Elle en est restée passionnée ! Étudiante en biologie, elle découvre « les images de la Terre vue de Spot... un choc ! ». « L'attraction première a tenu au visuel, à l'esthétique plus qu'à la technique. Ce déclic a décidé de mon avenir ! J'ai infléchi mon cursus scientifique et fait une spécialisation en télédétection et traitement d'images », dit-elle. Après un passage au CESR<sup>1</sup> et l'obtention d'un DESS, Delphine Fontannaz fait le choix du « multiculturalisme » professionnel : « C'était dans mes gènes ! », s'amuse-t-elle. Elle intègre des laboratoires privés pour développer des projets de télédétection. Se nourrissant de chaque expérience, elle garde pourtant un fil directeur. « Je suis toujours restée attachée au domaine applicatif, à cette notion de lien entre le produit final et l'utilisateur. L'image satellitaire, oui, mais pour quoi faire ? Quel type de réponse peut-elle apporter et quel type de service peut-on y associer ? » À l'EIP<sup>2</sup>, par exemple, ce sera le soutien à la gestion des territoires. À Medias-France, filiale du CNES, elle est chef de projet Isis<sup>3</sup>, une banque de données spatiales à l'usage des scientifiques. En 2008, elle intègre le CNES consciente encore de cette nouvelle atypie : « Une thématique dans un monde d'ingénierie ! » Mais, pour elle, c'est la porte ouverte sur le rêve : « Dans le spatial, le CNES, c'est mythique ! » Sans pour autant céder sur le fond : attachée aux applications avant tout, elle poursuit sa quête d'adéquation image et services. Après avoir apporté sa contribution à GMES grâce à Safer<sup>4</sup>, elle s'investit maintenant sur Kal-Haïti, « un projet contribuant à la reconstruction d'Haïti, bouleversant parce que, à la fois, technique et humain », et prépare intensément la recette en vol thématique Pleiades. Depuis trois ans, de mission en mission, le CNES, c'est, pour Delphine Fontannaz, une autre forme de voyage.

<sup>1</sup> Centre d'études spatiales des rayonnements.  
<sup>2</sup> École d'ingénieurs de Purpan.  
<sup>3</sup> Incitation à l'utilisation scientifique des images Spot.  
<sup>4</sup> Services and Applications for Emergency Response.