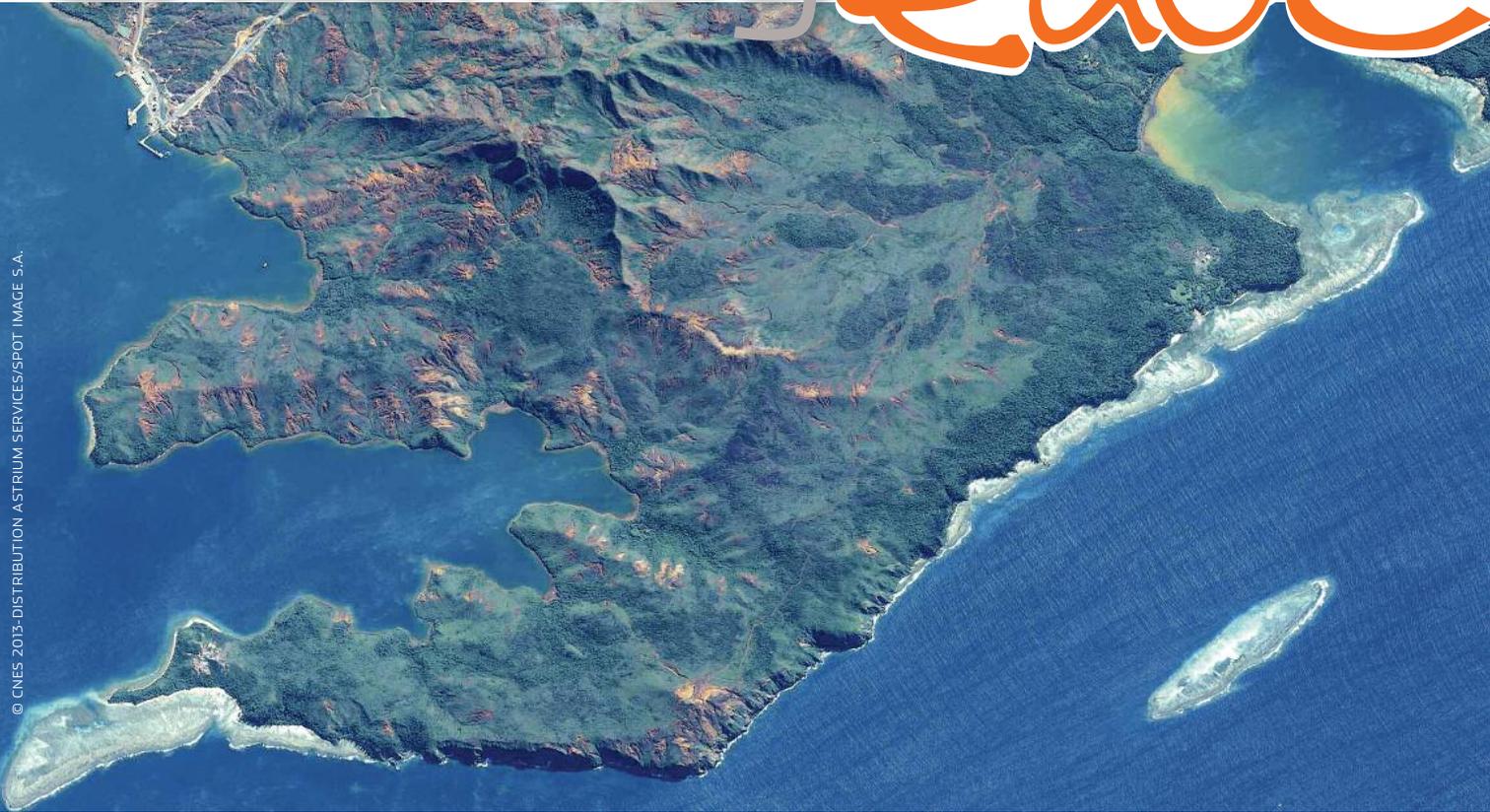


© CNES 2013-DISTRIBUTION ASTRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.



Le littoral de la Nouvelle-Calédonie par Pléiades, prise de vue du 13 juillet 2012.  
The coast of New Caledonia imaged by Pleiades, 13 July 2012.

## Le littoral / Une zone sensible sous surveillance

LILIANE FEUILLERAC POUR LE CNES

**Q**uiz! Le littoral, c'est quoi? Une barrière entre terre et mer? Un milieu naturel fragile? Pour répondre à la question, les satellites d'observation de la Terre Pléiades mettent en œuvre de nouvelles technologies. Les lycéens et collégiens, eux, trouvent dans leurs programmes de nombreux cadres d'étude. Dès la 6<sup>e</sup>, le littoral est en filigrane du chapitre de géographie « Habiter les littoraux ». En 5<sup>e</sup>, on y réfléchit en SVT à partir de l'action de l'homme et de son influence sur l'évolution des paysages. En 3<sup>e</sup>, on s'interroge sur la responsabilité de l'homme en matière de santé et d'environnement. En revanche au lycée, plusieurs disciplines sont concernées. En géographie, deux entrées sont proposées: en 2<sup>nde</sup>, le thème « Gérer les espaces terrestres » met le littoral en évidence; en 1<sup>re</sup>, il peut devenir un exemple d'aménagement et de gestion d'un milieu fragile. C'est pourquoi, comme étude de cas, nous avons choisi La Nouvelle-Calédonie (cf. *infographie intérieure*), bel exemple d'un territoire ultramarin européen. Quant aux SVT, elles abordent en 2<sup>nde</sup> le littoral sous l'angle des effets de l'activité humaine. Enfin plus généralement, dans les « Méthodes et pratiques scientifiques », l'enseignement d'exploration donne matière à aborder ces questions, au chapitre « Science et prévention des risques d'origine humaine ».



**Portrait** Profile  
Claire Tinel  
> P. 4

### COASTS

#### Sensitive zones under surveillance

LILIANE FEUILLERAC FOR CNES

Hands on buzzers! What is a coast? A barrier between land and sea? A fragile natural environment? Pleiades is using new technologies to answer this question. It's a subject that comes up a lot in high-school and junior high-school curricula. Right from 6<sup>th</sup> grade, coastlines feature in the "Living on coasts" chapter of geography classes. In 7<sup>th</sup> grade, life and Earth science classes look at coasts from the perspective of human impacts on the landscape. Then in 9<sup>th</sup> grade, pupils get thinking about humans' responsibility with regard to health and the environment. On reaching high school, coasts are covered by several subjects. In geography, 10<sup>th</sup> graders focus on coasts in the section about "Managing land", while in 11<sup>th</sup> grade they can be used to illustrate land planning and management of a fragile environment, in the chapter on "Promoting and developing environments". New Caledonia (see *poster inside*) is a good case study of a European overseas territory. And in life and Earth science, coastlines provide an interesting angle for 10<sup>th</sup> graders to learn about biodiversity and evolution, looking at the effects of human activities. Lastly, from a broader perspective, the scientific methods and practice module gives the opportunity to approach these questions in the chapter on "Science and mitigating human-induced risks".

# LE LITTORAL EN TROIS QUESTIONS

## ■ Quel rôle le littoral joue-t-il dans l'équilibre environnemental ?

Milieu propice à une biodiversité très riche, de nombreuses espèces végétales et animales y prospèrent (oiseaux nicheurs ou hivernants, habitats spécifiques, flore endémique). Mais il n'en demeure pas moins une barrière extrêmement fragile. Le littoral a toujours été confronté à des risques naturels (érosion, pollution, tsunamis, effondrement des falaises, etc.). Depuis une époque plus récente, il subit les risques liés à l'activité humaine: plus de 50 % de la population mondiale vit à moins de 100 km du rivage ! Ces phénomènes ne sont pas spécifiques à certains pays. Ils sont observés sur les littoraux en tous points du globe.

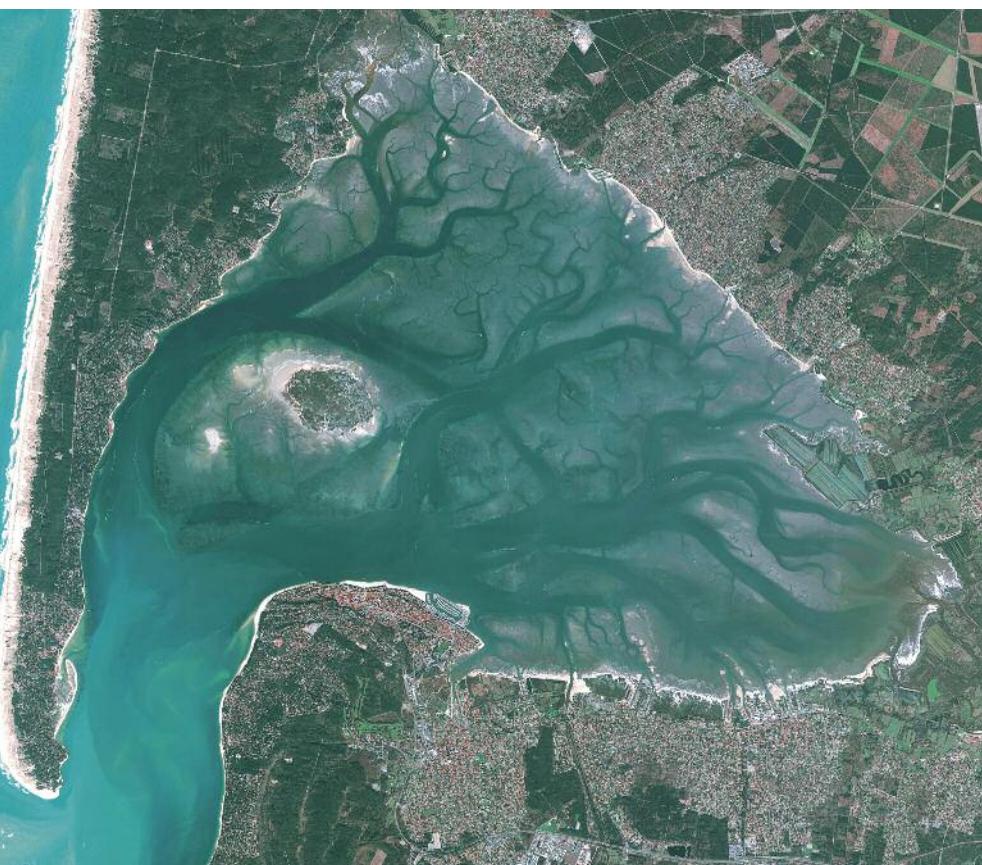
## ■ Les outils spatiaux peuvent-ils aider à l'observation et au suivi des littoraux ?

Des moyens divers sont été mis en œuvre pour suivre l'évolution des littoraux: études topographiques, photos aériennes, images satellites, etc. Les données d'observation de la Terre – optiques, thermiques et radar – apportent ainsi des informations complémentaires pertinentes. Elles constituent des bases de données qui peuvent servir à la mise en application de la directive sur l'eau ou de la directive-cadre « Stratégie pour le milieu marin » (DCSMN). Ces textes réglementaires publiés en 2000 et en 2008 encadrent les activités humaines (agriculture, industrie, pression démographique) pour limiter les nuisances qui en découlent. Dans le panel de ces moyens, l'image satellitaire optique peut fournir, entre autres, une cartographie du trait de côte. Grâce à la précision de l'image, on peut par exemple assurer un suivi des rejets industriels, mettre en évidence les zones de mouillage de bateaux ou suivre l'urbanisation des côtes.

## ■ Quel est l'apport de Pléiades ?

Le système Pléiades a bénéficié d'importantes innovations technologiques. Il est constitué d'une constellation de deux satellites optiques à très haute résolution (70 cm). Chacun peut acquérir 600 images/jour, soit 1 200 images/jour pour la constellation. Pléiades a une exceptionnelle capacité de réorientation – appelée « dépointage ». Il peut, en un seul passage et dans toutes les directions, réaliser des prises de vues sur plusieurs zones géographiques, appelées « cibles ». Il peut arriver à saisir une vingtaine de cibles sur une étendue de 1 000 × 1 000 km.

◀◀  
Le bassin d'arcachon vu par le satellite Pléiades, le 3 février 2012.  
Arcachon Basin viewed by the Pleiades satellite, 3 February 2012.



© CNES 2012-DISTRIBUTION ASTRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.

## Coastline Q&A

### How do coastlines help to maintain the environmental balance?

The coastline is the interface where land and sea meet. From an ecology standpoint, it is a rich landscape with numerous plant and animal species—nesting or wintering birds, unique habitats and endemic flora—but also an extremely fragile buffer zone. Coastlines have always had to cope with natural hazards such as erosion, pollution, tsunamis and landslides. In more recent times, they are also facing pressures from increased human activity, with more than half of the world's population living less than 100 kilometres from

the shore. And these phenomena are not specific to particular nations: they are apparent on coastlines all around the world.

### Can space assets help to observe and monitor coastlines?

Coastlines are tracked in various ways, for example through topographic surveys, aerial photos and satellite imagery. Earth remote-sensing data in the optical, thermal and radar wavebands are a valuable complement, feeding databases that can be used to enforce the EU Water Directive or Marine Strategy Framework Directive. These regulatory texts released in 2000 and 2008 govern human activities—agriculture, industry, populations—to limit their attendant negative

impacts. Optical satellite imagery can serve to map the shoreline, supplying precise information to monitor industrial effluent, highlight boat mooring areas or track coastal urban development, for example.

### What advantages does Pleiades offer?

The Pleiades system boasts some big technological innovations. It is a constellation of two very-high-resolution (70 cm) optical satellites, each able to acquire 600 images a day, so 1,200 images/day together. Pleiades offers an exceptionally agile off-track viewing capability that allows it to image several targets of interest, in all directions and in a single pass. It can acquire up to 20 targets inside a box of 1,000 km x 1,000 km.

# L'EXERCICE S'APPUIE SUR 3 IMAGES DE LA POINTE DU CAP-FERRET



© CNES 2013 - DISTRIBUTION ASTRIUM SERVICES/SPOT IMAGE S.A.

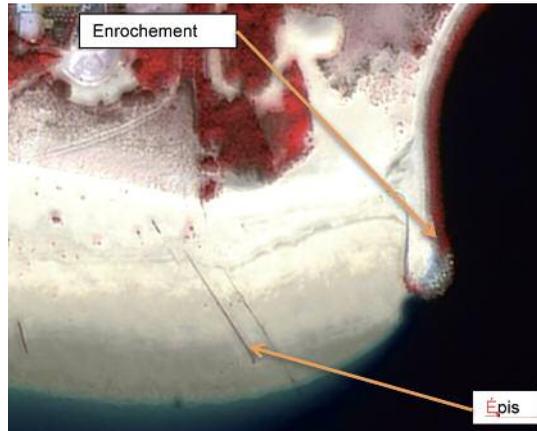


◀◀ Image Spot du 13/07/2005. SPOT image of 13 July 2005.

Zoom (image Pléiades du 14/04/2013). Close-up image (Pleiades image of 14 April 2013).

▲▲ Image Pléiades 04/2013. Pleiades image of April 2013.

- 1/ À l'aide d'une carte, repérer les structures dans l'alignement du bassin d'Arcachon; quel devenir du bassin suggère cette disposition ?
- 2/ À l'aide de l'image Pléiades d'avril 2013 et de la localisation des bunkers, précisez quelle a été l'évolution du trait de côte depuis 1943. Comment peut-on expliquer une telle évolution ?
- 3/ Les mesures satellites actuelles attestent d'une remontée annuelle du niveau de la mer de 1 à 3 mm depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Discuter de l'impact de ce phénomène.
- 4/ Comparez l'évolution de la pointe du Cap-Ferret entre 2003 et 2005 sur l'image Spot du 13 juillet 2005.
- 5/ Quelles peuvent être les conséquences d'une telle évolution sur les parties urbanisées de cette zone ?
- 6/ En comparant l'image Spot de 2005 avec l'image Pléiades d'avril 2013, précisez quelle a été l'évolution de la pointe du Cap-Ferret.
- 7/ Décrivez les aménagements humains destinés à limiter les impacts de l'érosion dans cette zone du Cap-Ferret (zoom de l'image Pléiades d'avril 2013).



- 3) Current satellite measurements reveal that sea level has risen 1 to 3 mm a year since the start of the 20<sup>th</sup> century. Discuss the impacts of this rise.
- 4) Show how Cap-Ferret point evolved from 2003 to 2005 in the SPOT satellite image of 13 July 2005.
- 5) What effects might the changes you see have on the built-up parts of this area?
- 6) Compare the SPOT satellite image of 2005 with the Pleiades image of April 2013 and describe how Cap-Ferret point has evolved.
- 7) Describe human efforts to mitigate the impacts of erosion in Cap-Ferret (close-up from Pleiades April 2013 image).

**Correction**

- 1) On observe un alignement de lacs, résultant de la fermeture d'anciens estuaires, le développement de la pointe du Cap-Ferret pourrait donc entraîner la fermeture du bassin d'Arcachon.
- 2) On observe que les bunkers construits pendant la Seconde Guerre mondiale sont aujourd'hui submergés à marée haute. Ils avaient pourtant été construits, en raison d'impératifs de défense, au sommet des dunes. Cette image témoigne donc de l'importance de l'érosion sur la partie occidentale du Cap-Ferret.
- 3) Même en considérant une valeur haute, on obtient une élévation du niveau de la mer de 21 cm pour les 70 dernières années. Ce phénomène n'est donc pas responsable de la position des bunkers ; néanmoins, cette élévation impacte l'intensité de l'érosion, on a donc un événement local (l'érosion de la pointe) favorisé par un phénomène global (l'élévation du niveau de la mer).
- 4) Sur cette image Spot de 2005, on distingue clairement un double phénomène entre 2003 et 2005. L'érosion s'est poursuivie sur

- la face littorale du Cap-Ferret. En revanche, la pointe a connu un engraissement, c'est-à-dire une accumulation, qui a occasionné une extension vers le sud.
- 5) Le recul des plages et l'érosion du Cap-Ferret représentent une menace pour les habitations et les aménagements humains. L'eau se rapproche de ces constructions, et des mesures de protection s'avèrent nécessaires.
  - 6) Même si une comparaison entre ces 2 images est rendue difficile en raison d'un coefficient de marée différent, il semble que la pointe sud du Cap-Ferret a connu une érosion marquée. On note une diminution de la taille de la plage, illustrée, par exemple, par la position de la végétation.
  - 7) L'image Pléiades de 2013 met en évidence la présence d'épis sur la plage ainsi que l'enrochement de la partie sud-est du cap. Ces pratiques sont nécessaires pour favoriser l'accumulation de sable, limiter l'impact de l'érosion et assurer la protection des constructions et des habitations.

**Answers:**

- 1) We can see a series of aligned lakes where former estuaries have closed. The future evolution of Cap-Ferret point could therefore eventually close the Arcachon Basin.
- 2) We can see that the bunkers built during the Second World War are today covered at high tide. They were originally built at the top of the dunes for defence reasons. This image therefore shows how much the western side of Cap-Ferret has eroded.
- 3) Even taking a high value for our calculations, the sea level has risen 21 cm in the last 70 years, so it doesn't explain the bunkers' current position. However, this rise impacts the intensity of the erosion process, so what we have is a local event (erosion of the point) fuelled by a global phenomenon (sea level rise).
- 4) In this SPOT image of 2005, we can clearly see two things at work between 2003 and 2005. Erosion of the Cap-Ferret coastline has continued, while a build-up of sediments at the point has extended it southwards.
- 5) The retreat of the beaches and erosion of Cap-Ferret threaten houses and other buildings. The sea is getting ever closer and protective measures are needed.
- 6) While comparing these images is difficult due to the different tides, it appears that the southern point of Cap-Ferret has been significantly eroded. The beach is now smaller, as illustrated by the position of the vegetation.
- 7) The 2013 Pleiades image shows the groynes on the beach and the rocks on the south-east part of the point. These help to encourage a build-up of sand, mitigate the impact of erosion and protect houses and other buildings.

**LIFE SCIENCE & GEOGRAPHY**

**This exercise is based on 3 images of Cap-Ferret point.**

- 1) Using a map, identify the structures aligned with the Arcachon Basin. What do they tell you about how the basin is likely to evolve in the future?
- 2) Using the Pleiades image of April 2013 and the location of the bunkers, show how the shoreline has shifted since 1943. Why has it shifted in this way?



© CNES/EMMANUEL GRIMAUD, 2013

## Quand la télédétection enclenche la vocation

Claire Tinel, c'est l'exemple qu'il faut garder en tête quand on n'a pas trouvé sa voie ! Ne lui parlez pas de ses rêves d'enfant accrochés à la Lune : à l'âge des poupées, le spatial, elle n'y avait jamais pensé !

Comme beaucoup, « je n'avais aucune idée de ce que je voulais faire », dit-elle. En revanche, elle aime l'école, l'étude. Elle trace donc sa route, droit jusqu'au bout d'un cursus classique. Bac scientifique, prépa, école d'ingénieurs. Par défaut, elle choisit « Mécanique des matériaux » à Supmecca. Très vite, elle sent qu'elle « [n'a] pas la fibre ! », confie-t-elle en riant. Diplôme en poche et malgré la promesse d'un contrat dans une entreprise publique, Claire Tinel écoute sa petite voix intérieure : elle ose une remise en question, via la préparation d'un DEA. Elle optera pour la télédétection. Le facteur déclenchant ? « *Le lien avec l'environnement m'a paru comme une évidence et, à partir du DEA, je me suis éclatée !* », dit-elle. Une thèse en physique des nuages, plus tard, son postdoctorat l'amène à Noordwijk, aux Pays-Bas. Elle y approfondit ses recherches sur la télédétection radar avec les équipes de l'ESA, une première fenêtre ouverte sur l'espace. En 2004, juste avant son retour en France, elle clique sur [www.cnes.fr](http://www.cnes.fr) et découvre une offre d'emploi correspondant à son profil. Pendant cinq ans, Claire Tinel va analyser et traiter l'image satellitaire dans ses moindres détails. Une mission très technique. En 2010, le programme Orfeo associé à Pléiades lui offre une autre opportunité, celle du contact avec les utilisateurs. « *C'est une suite logique. De la technique, je suis passée à la thématique. J'assure le suivi d'études s'appuyant sur des images Pléiades et soumises par les scientifiques. Aujourd'hui, 120 études sont en cours. La sélection que j'opère doit avant tout tenir compte de la pertinence du sujet par rapport aux priorités du spatial.* » Deuxième volet de sa mission, et non des moindres, le relationnel. « *C'est une mission d'écoute, de compréhension des besoins des utilisateurs, d'interfaçage avec les fournisseurs d'images aussi. Il y a de l'humain.* » Et, tous les matins, elle sait pourquoi elle se lève avec plaisir : « *J'apprends tous les jours quelque chose* », dit-elle après ce parcours sinueux, certes, mais sans faute. Claire Tinel témoigne que, parfois, il vaut mieux laisser l'intuition gagner sur la raison !

### PROFILE

CLAIRE TINEL,  
ORFEO programme manager

### Remote sensing shows the way

Anyone still looking for their way in life would do well to remember Claire Tinel's example. She didn't spend her childhood dreaming about the Moon: at the age when she was still playing with dolls, she'd never given space a thought. Like many, "I had no idea what I wanted to do," she confides. What she did know, however, is that she liked studying and school. So she followed the usual path, with a science baccalaureate followed by engineering school, where she chose mechanics of materials but soon realized the subject wasn't for her. After graduating and despite a contract waiting for her in a public firm, Claire listened to her inner voice and decided to change course with a DEA postgraduate diploma in remote sensing. The spark was "the link with the environment, which seemed so obvious, and from that moment on, I was in my element!" she says. A PhD in cloud physics followed and later she found herself in Noordwijk, The Netherlands. Here, she pursued her research into radar remote sensing with the teams at ESA, opening a first window onto space. In 2004, just before returning to France, she saw a job offer on the CNES website. For the next five years, Claire analysed and processed satellite imagery in every detail. In 2010, the ORFEO programme and Pléiades brought her closer to users. "It was a logical next step," she says. "I moved from the technical to the thematic side of things. Now I track research work submitted by scientists based on Pléiades imagery. There are 120 studies currently underway. I have to select them to match the priorities of the space industry." The other aspect of her mission, and by no means the least important, is interpersonal relationships. "My job involves listening to and understanding users' needs, and interfacing with image suppliers. There's a human side to it." And she knows why she gets up in the morning: "I learn something new every day," she says. Claire Tinel is proof that sometimes it's better to listen to your intuition rather than reason!

### Cursus

1993 - Bac C  
1998 - Diplôme d'ingénieur Supmecca.  
1999 - DEA télédétection.  
2002 - Doctorat télédétection  
2003-2004 - Postdoctorat  
2005 - Entrée au CNES

Career path  
1993 - Baccalaureate, science stream  
1998 - Engineering diploma from Supmecca  
1999 - Postgraduate diploma in remote sensing  
2002 - PhD in remote sensing  
2003 - 2004 - Post-doctoral research  
2005 - Joined CNES

(NDLR. Nos remerciements vont à Vincent Doumerc et Michel Vauzelle, professeurs chargés de mission auprès du CNES, Yves Darbarie, professeur de SVT, Delphine Fontannaz et Claire Tinel, CNES, et Nathalie Bertrand, IGN.)

(Editor's note: Our thanks to Vincent Doumerc and Michel Vauzelle, teachers and advisors to CNES; life and Earth science teacher Yves Darbarie; Delphine Fontannaz and Claire Tinel at CNES; and Nathalie Bertrand at IGN.)