



▲▲ Un énorme tsunami frappe les côtes de Iwanuma, préfecture de Miyagi, dans le nord du Japon, le 11 mars 2011.
A towering tsunami lashes the coastline of Iwanuma, Miyagi prefecture, in northern Japan on 11 March 2011.

Risques majeurs / Quand les éléments se déchaînent

LILIANE FEUILLERAC POUR LE CNES

Tremblements de terre, raz de marée, feux dévastateurs... les films catastrophes font de ces dramatiques situations leur fonds de commerce. Dans l'actualité, les mêmes événements donnent lieu à des images souvent insoutenables. Aléas climatiques, accidents technologiques, mais quand, pourquoi et comment ces événements se produisent-ils ? Les enseignants peuvent intéresser leurs élèves à ces questions, en particulier pour les aléas d'origine naturelle. Les classes de 2^{de} aborderont ces problématiques en histoire et géographie par le biais de « l'étude des espaces exposés aux risques majeurs ». C'est une façon tout à fait appropriée de découvrir les territoires plus particulièrement exposés, leur localisation, leur contexte sociétal et environnemental, etc. Comment faire front et mettre en place une gestion préventive du risque ? Avec les lycéens de 1^{re}, le second thème de SVT est consacré aux enjeux planétaires contemporains. La tectonique des plaques et la géologie appliquée sont un des enseignements proposés. Dans ces chapitres, les catastrophes naturelles peuvent faire l'objet d'un focus. Les outils spatiaux sont des alliés précieux pour les services de secours et pour une meilleure compréhension de ces phénomènes. Ils peuvent l'être aussi pour approcher de manière plus vivante, plus actuelle et plus attractive, ces éléments.

MAJOR HAZARDS

Facing the fury of the elements

LILIANE FEUILLERAC FOR CNES

Earthquakes, tidal waves and raging fires are the stock-in-trade of disaster movies. Back in the real world, the pictures of real disasters on our TV screens can be hard to bear. What causes severe weather events and man-made disasters? Teachers can get their pupils thinking about these questions, focusing especially on natural hazards. 10th graders will approach the subject in history and geography classes, studying regions exposed to major hazards in their societal and environmental contexts. How do we cope with such hazards and establish mitigation strategies? In 11th grade, life and Earth science classes will look at contemporary issues facing our planet. Plate tectonics and applied geology are part of the curriculum that can be illustrated by natural disasters. Space assets are precious tools to aid emergency response and enhance understanding of these phenomena. They also offer a more fun, modern and attractive way to learn about them.



Portrait Profile
Catherine Proy
> P. 4

www.cnes.fr

www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs/

RISQUES MAJEURS

QUATRE QUESTIONS POUR COMPRENDRE

Pourquoi qualifie-t-on de risques majeurs des accidents aussi différents qu'un tremblement de terre et un accident nucléaire ?

Les risques majeurs n'ont pas tous la même origine, mais ils ont les mêmes effets : dommages matériels, pertes en vies humaines, déplacements de population, incidences environnementales, désordres économiques et sociaux. On distingue trois « familles » de risques, dont deux d'origine naturelle (géologique et hydrométéorologique), et une famille liée aux aléas provoqués par l'activité humaine.

Qu'entend-on par aléas d'origine naturelle ?

La première catégorie est constituée par les accidents **géologiques**. Ils sont issus des processus internes de la Terre. Les tremblements de terre comme à

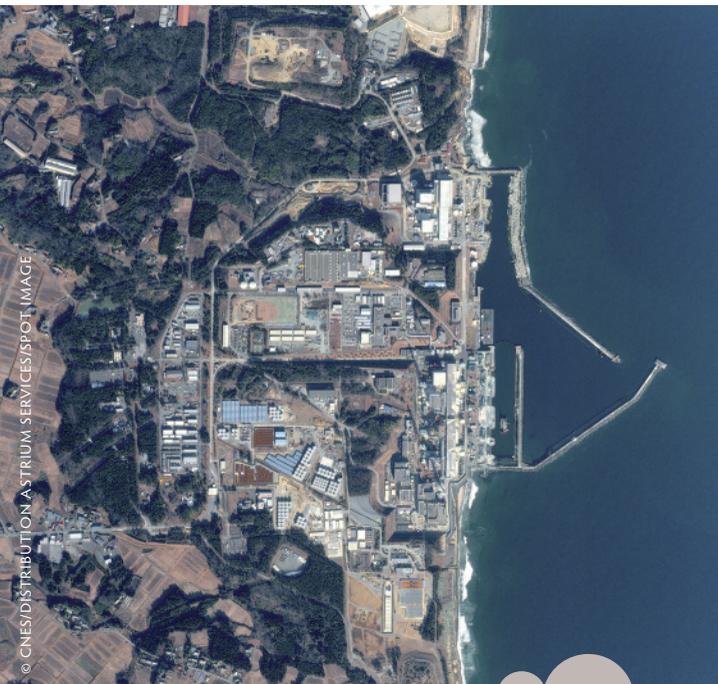
Haïti, les éruptions volcaniques comme celles du Meropi en Indonésie, les tsunamis déclenchés par des séismes sous-marins sont des aléas géologiques. Ces phénomènes sont liés au mouvement de fragments de la **lithosphère**, les plaques tectoniques. Les mouvements de masse comme les glissements de terrain, les coulées de boue, les éboulements sont des aléas géologiques. Les aléas **hydrométéorologiques**, eux, comprennent les événements de nature atmosphérique, hydrologique ou océanographique. Ce sont les cyclones tropicaux sous forme de typhons ou d'ouragans, comme Katrina en 2005 aux États-Unis, les tornades, les avalanches, les crues soudaines, la sécheresse, les vagues de froid et de chaleur, les épidémies, etc.

Quelles sont les causes des catastrophes technologiques ?

Les aléas dits technologiques sont à la fois le fruit d'un accident et de l'activité humaine. Ils sont liés à une faille technologique ou industrielle : procédures dangereuses, défaillances d'infrastructures... Leurs conséquences engendrent des situations difficiles à gérer : pollution industrielle (plateforme pétrolière dans le golfe du Mexique), choc sociologique (explosion de l'usine AZF à Toulouse en 2001), radiations nucléaires (Tchernobyl), incendies, etc.

Peut-on intervenir ? Se protéger ?

Peut-être ! Il faut d'abord mieux connaître l'aléa pour mieux le comprendre. Le spatial s'est révélé être un outil prodigieux, qui permet de mieux prévoir. Les technologies radar, GPS, **interférométrie** ont révolutionné l'observation, la modélisation des phénomènes naturels. Si on ne peut pas éradiquer les risques, on peut organiser la résistance pour limiter les dégâts humains et matériels. Grâce au suivi régulier du piton de la Fournaise, à La Réunion, ou aux prévisions du phénomène El Niño, par exemple, des mesures sont prises pour protéger les populations. Enfin, la recherche coûte cher, mais le coût des catastrophes comme Fukushima est inestimable. Intensifier la recherche sur les causes serait sans doute un bon moyen de mieux appréhender ces risques et maîtriser leurs conséquences.



◀◀ La centrale nucléaire de Fukushima par Pléiades 1 A

The Fukushima nuclear power plant viewed by Pléiades 1A.

Lexique

Glossary

Lithosphère :

enveloppe rigide terrestre de surface.
The rigid outer layer of the Earth

Interférométrie :

méthode de mesure. Elle s'appuie sur les interférences entre plusieurs ondes cohérentes entre elles.
Interferometry: A measurement technique that exploits interference patterns between coherent waves

POUR EN SAVOIR PLUS : FIND OUT MORE AT

www.cnes.fr

www.cnes.fr/web/CNES-fr/9469-st-1993-premiere-carte-interferometrique-d-un-seisme.php
www.obs.ujf-grenoble.fr/Teledetection2/lib/exe/fetch.php?media-07-erwan_pathier.pdf

MAJOR HAZARDS Disaster FAQ

Why are accidents as different as an earthquake and a nuclear accident classified as major hazards?

They may not have the same cause, but all major hazards have the same effects: they leave a trail of damage and destruction, leading to loss of life, evacuation of populations and environmental, economic and social disruption. There are three types of hazard, two of natural origin (geological and hydrometeorological) and one of human origin.

What is meant by hazards of natural origin?

The first category of natural hazards covers **geological** accidents caused by the Earth's inner processes. Earthquakes like the one in Haiti, volcano eruptions like Meropi in Indonesia and tsunamis triggered by submarine tremors are geological hazards. Such phenomena are set off by moving fragments of the **lithosphere** called tectonic

plates. Movements like landslides, mudslides and rockslides are also geological hazards.

Hydrometeorological hazards cover atmospheric, hydrological or ocean events. These include hurricanes, tropical cyclones and typhoons like Katrina in 2005 in the United States, tornadoes, avalanches, flash floods, drought, heat and cold waves, epidemics, and so on.

What causes man-made disasters?

Man-made disasters are the result of a technological or industrial accident, caused when dangerous processes go wrong or infrastructures fail. Their effects can lead to hard-to-manage situations like pollution (offshore oil rig in the Gulf of Mexico), sociological shock (explosion at the AZF plant in Toulouse in 2001), nuclear radiation (Chernobyl) or fires, for example.

Can we stop or mitigate disasters?

Possibly, but we first need to better understand a hazard before deciding how to handle it. Space has proven a fantastic tool for prediction and forecasting. Radar, GPS and **interferometry** technologies have revolutionized observation and modelling of natural phenomena. We can't eradicate hazards altogether, but we can organize mitigation efforts to limit damage and human impacts. Thanks to regular monitoring of the Piton de la Fournaise volcano in Réunion and to forecasting of El Niño episodes, for example, measures can be taken to protect populations. Lastly, research may be expensive but the costs of disasters like Fukushima are incalculable. So stepping up research would clearly be a good way to gain more insight into the causes of disasters and to mitigate their impact.

EXERCICE SVT

Niveau : seconde.

Enseignements concernés :

- enseignement obligatoire de géographie ;
- enseignement d'exploration de méthodes et pratiques scientifiques (MPS)

QUESTIONS :

- 1) Quelles sont les principales contraintes géographiques au Japon ? Comment ont-elles influé sur l'occupation du territoire de l'archipel ?
- 2) Quelles ont été les principales zones inondées par le tsunami ? Comment l'aménagement des structures urbaines a-t-il permis de limiter les effets de la catastrophe ?
- 3) Pourquoi cette catastrophe naturelle a-t-elle entraîné un risque industriel majeur ? Comment expliquer la localisation littorale des structures Fukushima Daiichi et Fukushima Daini ?
- 4) Quels ont été les apports des images dans la gestion de la crise ayant suivi le tsunami ?

Éléments de réponses :

- 1) Le Japon présente de forts contrastes de relief entre des terres centrales montagneuses, accidentées et boisées, et des plaines littorales réduites, adossées aux premiers versants et ouvertes sur les espaces maritimes. Ces caractéristiques, ainsi que des éléments culturels reposant sur la sanctuarisation des massifs forestiers, ont conduit à une occupation maximale des plaines : celle du Kanto (région de Tokyo) en est l'exemple le plus significatif.
- 2) L'ensemble de la côte a été touché par le tsunami, mais on observe la présence de zones encore inondées (pixels sombres sur l'image) qui correspondent à des zones de forts dégâts. Leur altitude est généralement inférieure à 3,5 m. Les villes ont été installées perpendiculairement à la côte, le long des cours d'eau venant de l'intérieur, afin d'éviter un étalement côtier qui les rendrait encore plus vulnérables aux tsunamis.
- 3) Le tsunami a touché 2 centrales nucléaires (Fukushima Daiichi et Fukushima Daini) situées sur la côte. Les digues de protection ont été submergées par la vague, qui a inondé le site et endommagé la structure. Les centrales avaient été placées sur le littoral afin d'utiliser l'eau de mer pour le système de refroidissement des réacteurs.
- 4) Ces images mettent en évidence les zones dévastées et toujours inondées deux jours après la catastrophe. Dans le cas de Fukushima Daiichi, elles permettent d'observer l'état de la centrale, mais également d'estimer les périmètres inondés par une eau potentiellement radioactive aux alentours du site.

Life and Earth science exercise

Level: 10th grade.

Subjects covered:

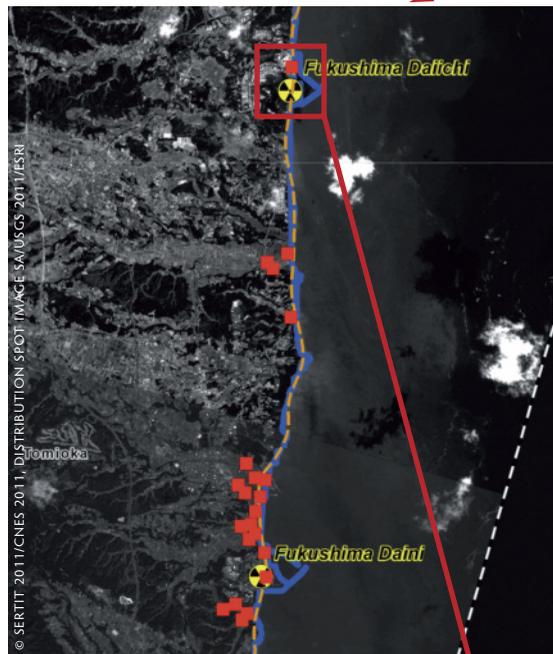
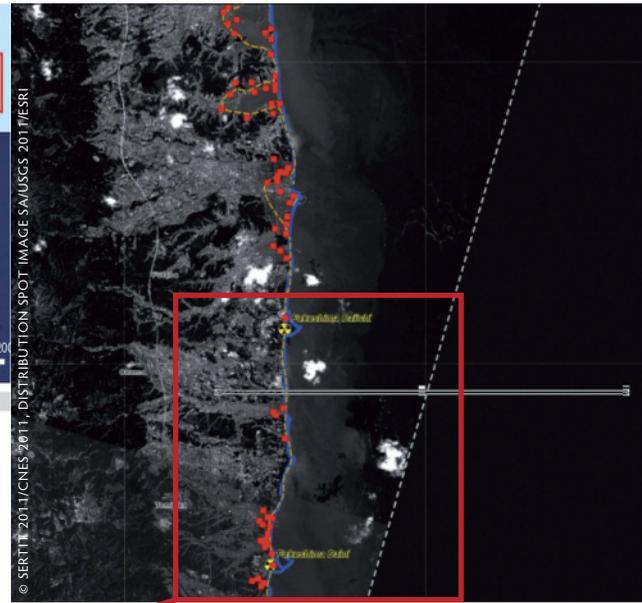
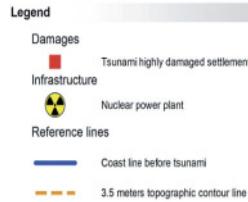
- Geography
- Scientific methods and practices

Questions :

- 1) What are the chief constraining geographical features of Japan? How have they shaped land occupancy there?
- 2) What main areas were flooded by the tsunami? How did urban planning help to mitigate the impact of the disaster?
- 3) Why did this natural disaster trigger a major industrial hazard? Why do you think the Fukushima Daiichi and Fukushima Daini power plants are located on the coast?
- 4) How did imagery help to manage the crisis in the aftermath of the tsunami?

Answers:

- 1) Japan is a country of highly contrasting relief, with rugged and wooded central mountains and narrow coastal lowlands backing onto foothills facing the sea. These features, added to a culture in which forests are seen as sanctuaries, mean populations are most heavily concentrated in the lowlands. The most significant example is the Kanto plain, which contains Tokyo and its surrounding region.



▲▲ Document 1 : traitement du Sertit sur le littoral de l'île de Honshu (image Spot 5).

Coastline of Honshu island, image processed by SERTIT (SPOT 5)

◀◀ Document 2 : zoom sur la région de Futaba, à Tomiaka (image Spot 5).
Close-up of region of Futaba, Tomiaka (SPOT 5)

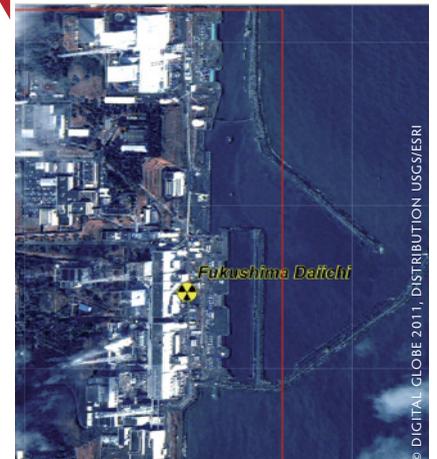
▼▼ Document 3 : zoom sur la centrale de Fukushima Daiichi (image Quickbird-2 à 0,6 m).

Close-up of the Fukushima Daiichi power plant (Quickbird-2, 0.6 m)

2) The whole coastline was hit by the tsunami but we can see areas in the image that are still flooded (dark pixels) where most damage was done. These are mostly low-lying areas at an altitude lower than 3.5 metres. Towns and cities have been built at right angles to the coastline, along rivers flowing from the centre, to avoid urban sprawl along the coast that would make them even more vulnerable to tsunamis.

3) The tsunami hit two nuclear power plants (Fukushima Daiichi and Fukushima Daini) along the coast. The sea defences were overwhelmed by the tsunami wave, which flooded the plants and damaged buildings. The plants had been located on the coast to use sea water to cool the reactors.

4) These images highlight damage-hit areas that are still under water two days after the disaster. For Fukushima Daiichi, they reveal the condition of the power plant and allow us to estimate the extent of areas flooded by potentially radioactive water around the facility's perimeter.





“ C'EST LA NOTION D'UTILITÉ QUI A ÉTÉ LE MOTEUR. AVEC LA CHARTE, ON EST EN PLEIN DEDANS. ”
“It was the sense of utility that appealed to me, and that's what the charter is all about.”

© CNES/IE. GRIMAULT 2012

PROFILE
CATHERINE PROY
CNES representative on the International Charter for Space and Major Disasters
The human and multicultural dimension of space

Catherine Proy didn't take the usual science path to a career in space. *“I'm a computer scientist by training and that's how I got involved in space,”* says this image buff.

At the ENSEEIHT¹ engineering school, Catherine Proy specialized in image processing and got her first taste of space during an internship at the CESR² space radiation research centre. In 1983, she graduated as an engineer and obtained her DEA postgraduate diploma in image processing and shape recognition. She went on to do a thesis with a CNES grant and joined the agency's image processing division in 1986. *“The month SPOT 1 was launched,”* she recalls. *“As a specialist in satellite imagery, I couldn't have asked for more.”* Every mission since has involved imagery... *“and research, I got hooked working with labs.”* The heavy responsibility taken on since 2007 for the International Charter has revealed another side of space for her. After working in the robotics department and on the data processing team for the POLDER project, the charter offered a new opening. *“It was the charter's utility that appealed to me.”* So she welcomes the new direction it is taking. *“In 2007, when I first joined the charter, there were nine member agencies. Today, there are 14. But it's the universal access I'm most pleased about. Before, we responded to whoever has the resources to sign up to the charter, developed nations basically. Now, it can be activated by any nation and we're serving populations everywhere.”* She may not be working in research any more, but the human rewards are many. *“The multicultural dimension and the sense of utility are really motivating. For Haiti, for example, there was no let-up for two weeks as we responded round the clock to help relief teams save lives.”* Today, the operational side of things appeals to her as much as imagery.

¹ Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique, d'Informatique, d'Hydraulique et des Télécommunications (French national electrical engineering, electronics, computer science, hydraulics and telecommunication school)
² Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements

(NDR. Nos remerciements vont à Yves Darbarie, professeur de SVT, Michel Vauzelle et Vincent Doumerc, professeurs chargés de mission auprès du CNES, Steven Hosford, CNES, Bernard Allenbach, SERTIT.) (Editor's note: Our thanks to Life and Earth science teacher Yves Darbarie; Michel Vauzelle and Vincent Doumerc, teachers and advisors to CNES; Steven Hosford, CNES; and Bernard Allenbach, SERTIT.)

La dimension multi-culturelle et humaine du spatial

Cursus atypique, mission atypique... Pour Catherine Proy, le chemin vers l'espace n'est pas passé par la classique case « sciences ». « À la base, je suis informaticienne, et c'est par l'informatique que je suis venue au spatial », dit cette passionnée d'image.

A L'ENSEEIH¹, où elle fait ses études d'ingénieur, elle s'oriente vers le traitement d'images. Son premier stage au CESR² lui vaut sa première rencontre avec le spatial ! En 1983, Catherine Proy cumule diplôme d'ingénieur et DEA de traitement d'images, reconnaissance des formes. Elle enchaîne avec une thèse grâce aux bourses étudiants accordées par le CNES et intègre la division Traitement d'images en 1986. *« C'était juste le mois du lancement de Spot 1. Pour l'imagerie spatiale, j'étais gâtée »,* se souvient-elle. Depuis, les missions qu'elle a remplies ont toujours été orientées vers l'imagerie, *« et vers la recherche; c'est fascinant aussi. Je me suis prise au jeu en travaillant avec les labos ».* La lourde responsabilité qu'elle assume depuis 2007 dans le cadre de la Charte internationale lui a fait découvrir un autre aspect du spatial. Après un passage au service Robotique et au traitement de données pour le projet Polder, la Charte lui offre une autre image: *« C'est la notion d'utilité qui a été le moteur. Avec la Charte, on est en plein dedans. »* L'évolution actuelle n'est pas pour lui déplaire: *« En 2007, à mon arrivée, 9 agences spatiales étaient membres, aujourd'hui, nous sommes 14. Plus que le nombre, c'est l'accès de tous qui me réjouit. Avant, la Charte répondait à la demande des pays membres, de ceux capables d'adhérer, en gros, des pays développés. Maintenant, elle peut être activée à la demande de tous les pays. Nous sommes acteurs pour toutes les populations. »* Certes, à cette fonction, elle perd le contact avec la recherche, mais, humainement, elle gagne au change: *« Cette dimension multiculturelle et cette impression d'utilité, c'est tellement stimulant. Pour Haïti, par exemple, pendant deux semaines, nous n'avons eu aucun répit. Nous étions dans l'urgence permanente pour aider les secours à sauver des vies. »* Et ce côté opérationnel la séduit maintenant tout autant que l'imagerie !

Cursus

- 1978 – Baccalauréat série C.
- 1983 – Diplôme d'ingénieur ENSEEIHT. DEA traitement d'images - Reconnaissance des formes.
- 1986 – Thèse de docteur ingénieur - Entrée au CNES.

- Career path
- 1978 - Baccalaureate, science stream
- 1983 - Engineering degree from ENSEEIHT
- DEA postgraduate diploma in Image Processing and Shape Recognition
- 1986 - PhD - Joins CNES

¹ ENSEEIHT : École nationale supérieure d'électrotechnique, d'électronique, d'informatique, d'hydraulique et des télécommunications.

² Centre d'études spatiales des rayonnements.