



Avec le soutien financier de



Après la tempête

Suivi de l'ouragan Matthew et analyse de son impact

Fiche professeur

L'année 2017 a été marquée par une série d'ouragans d'une violence inouïe, illustrant la puissance destructrice de ces phénomènes météorologiques. Mais au-delà du spectacle saisissant que nous offrent ces tempêtes, les images satellites prises depuis l'espace nous révèlent une information précieuse, essentielle pour la compréhension et la prévision de ces événements extrêmes. Cette fiche pédagogique propose une exploration approfondie du rôle crucial joué par l'observation spatiale dans la surveillance des ouragans.

Vue d'ensemble de l'activité

Public

S3

Matières

Géographie

Durée

1 période

Résumé

Ces activités utilisent l'exemple de l'ouragan Matthew pour explorer les applications des données d'observation de la Terre dans le suivi des ouragans et l'évaluation de leurs conséquences. Les élèves apprendront comment un ouragan se développe et découvriront l'impact que des conditions météorologiques extrêmes peuvent avoir sur la société. Ils apprendront cela en comparant des images satellites.

L'activité peut être réalisée soit à l'aide d'outils numériques pour travailler en autonomie sur les images, soit via un mode d'apprentissage plus actif en classe.

Objectifs d'apprentissage

- Expliquer comment se développent les ouragans.
- Comprendre l'impact que des conditions météorologiques extrêmes peuvent avoir sur la société.
- Comprendre comment l'observation de la Terre peut être utilisée pour suivre les phénomènes météorologiques à venir et évaluer les dommages causés par les phénomènes météorologiques extrêmes.
- Comprendre comment les pays collaborent pour fournir de l'aide et des secours aux zones touchées.

Matériel

- Ordinateur
- Accès à Internet

Métiers STEM en lien

- Géographe
- Climatologue
- Géomaticien

Auteurs : ESA Education et ESERO Royaume-Uni

Traduction : ESERO France

Adaptation : La Scientothèque (ESERO Belgium)

Date de publication : Septembre 2024

Table des matières

VUE D'ENSEMBLE DE L'ACTIVITÉ	2
INTRODUCTION	4
QU'EST-CE QU'UN OURAGAN ?	6
ACTIVITE 1 : SUIVI DE L'OURAGAN	7
EXERCICES	7
RÉSULTATS	7
ACTIVITE 2 : L'IMPACT DE L'OURAGAN MATTHEW	9
MATÉRIEL	9
EXERCICE	9
POUR ALLER PLUS LOIN	11
LIENS AVEC LES RÉFÉRENTIELS	12
NIVEAU : S3	12
<i>MATIERE : GÉOGRAPHIE</i>	<i>12</i>

INTRODUCTION

L'année 2017 a connu des ouragans extrêmes. Du typhon Noru dans l'océan Pacifique aux ouragans dévastateurs Harvey et Irma qui ont atteint les côtes des États-Unis et des Caraïbes, 2017 est devenue la neuvième saison d'ouragans la plus active depuis 1851, année où l'on a commencé à consigner les données sur les ouragans. Alors que les informations faisaient le tour du monde, suscitant l'intérêt du public, des images prises par des astronautes et des cosmonautes à bord de la Station spatiale internationale allaient vite commencer à circuler sur des réseaux sociaux comme Twitter.

Ces images satellite omniprésentes de tempêtes tropicales comme Noru, Irma ou Matthew qui font la une des journaux ne sont pas de nouveaux outils de suivi des tempêtes. Les photographies de ce type nous rappellent les incroyables innovations mises en œuvre dans le domaine de la science et de la technologie.

Les techniques d'observation de la Terre sont aujourd'hui beaucoup plus avancées, et notre compréhension des phénomènes géographiques n'a jamais été aussi juste.

En effet, il est aujourd'hui possible de rechercher activement les tempêtes tropicales qui sont en train de se former à travers les océans du monde, d'utiliser différentes couches pour corréliser la formation de tempêtes tropicales avec les données de température océanique pour évaluer leur cause, d'utiliser la technologie pour mesurer la taille d'un cyclone, et d'utiliser les images satellite pour déterminer quelles zones ont le plus besoin d'aide humanitaire.

Les ouragans sont l'un des phénomènes météorologiques naturels et extrêmes qui ne peuvent être suivis que par satellite. Les satellites fournissent des images constamment à jour, ce qui permet aux autorités de savoir quelles mesures de précaution prendre et à quel moment les prendre. Les satellites fournissent des informations sur l'étendue, la vitesse du vent et la trajectoire d'une tempête, ainsi que sur des caractéristiques clés telles que l'épaisseur des nuages, la température et la teneur en eau et en glace.

Figure A1



↑ Image de l'ouragan Harvey prise par l'astronaute de l'ESA Paolo Nespoli depuis la Station spatiale internationale en orbite autour de la Terre à 400 km d'altitude.

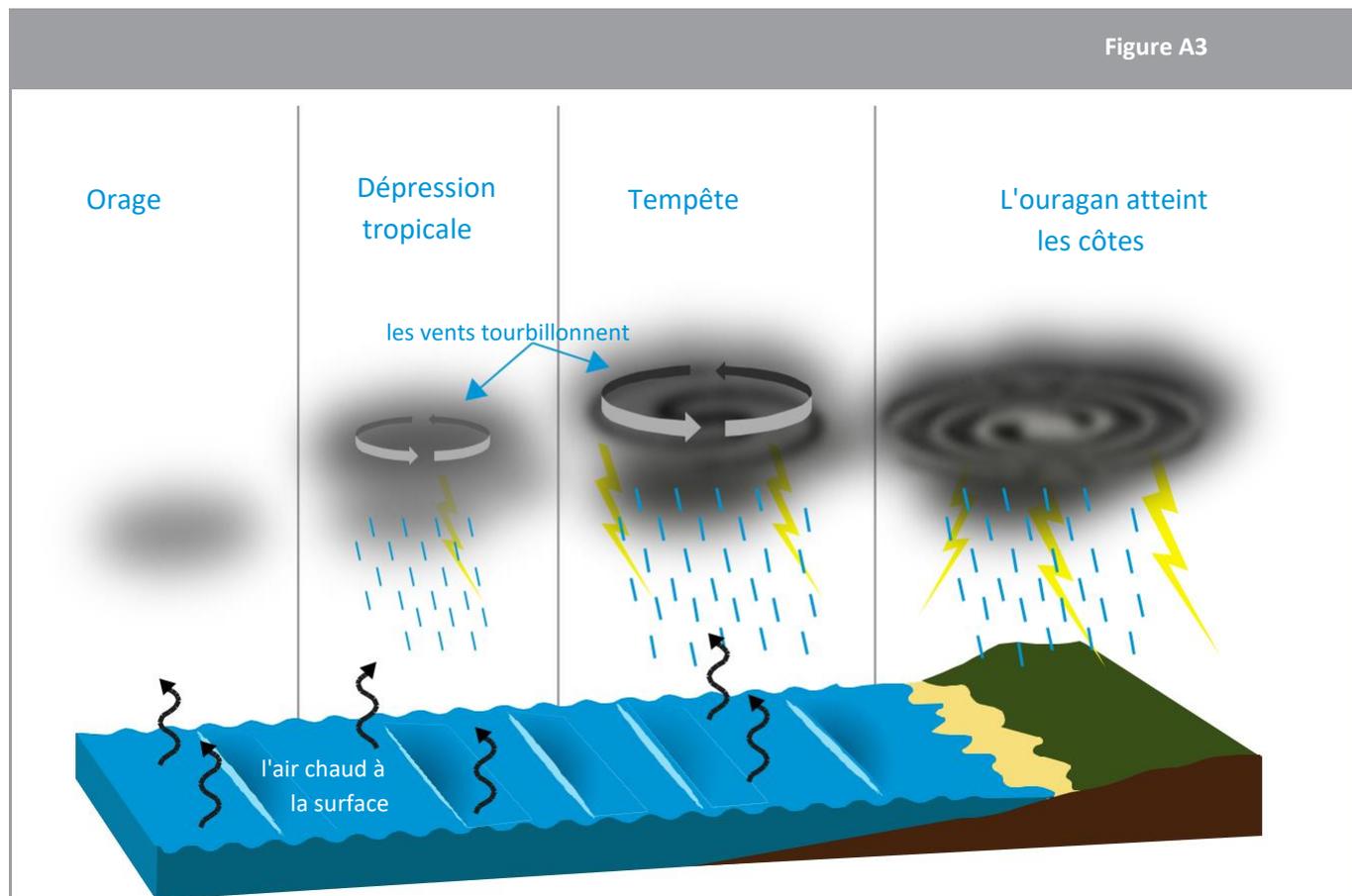
Figure A2



↑ Le satellite européen Sentinel-3 fournit des informations essentielles pour les prévisions océaniques et météorologiques. Des prévisions plus précises aident à protéger les populations contre les impacts des événements météorologiques extrêmes.

QU'EST-CE QU'UN OURAGAN ?

Les ouragans sont d'immenses tempêtes tropicales qui se forment au-dessus des eaux tropicales et subtropicales (voir Figure A3). Pour qu'un ouragan tropical se forme, la température de la surface océanique doit être supérieure à 26,5 degrés Celsius. L'eau s'évapore suite au rayonnement solaire, monte sous forme d'air humide et forme des nuages à mesure que la vapeur d'eau se condense. Avec des vents d'une vitesse supérieure à 119 km/h et une vaste étendue, un ouragan peut causer des dommages importants sur les zones côtières.



↑ Formation d'un ouragan.

L'ouragan Matthew se forme le 28 septembre 2016. Au cours des deux semaines qui suivent, il traverse Haïti, Cuba, les Bahamas et la côte sud-est des États-Unis, avant de s'affaiblir le 9 octobre 2016. L'ouragan Matthew cause des dommages catastrophiques sur son passage. Le pays le plus touché est Haïti, avec 1,4 million de personnes ayant besoin d'aide humanitaire et plus de 500 morts. L'impact de l'ouragan Matthew se fait encore sentir en 2018.

ACTIVITE 1 : SUIVI DE L'OURAGAN

Dans cette activité, les élèves analyseront certaines caractéristiques de base d'un ouragan pouvant être identifiées sur une image satellite. Ensuite, les élèves étudieront le développement de l'ouragan Matthew à l'aide d'images satellite imprimées. Il est possible d'adapter cette activité en fonction du niveau de connaissance préalable des élèves.

Exercices

Dans l'exercice 1, les élèves analysent une image satellite de l'ouragan Matthew pour comprendre comment reconnaître un ouragan. Cet exercice est une préparation à l'exercice 2.

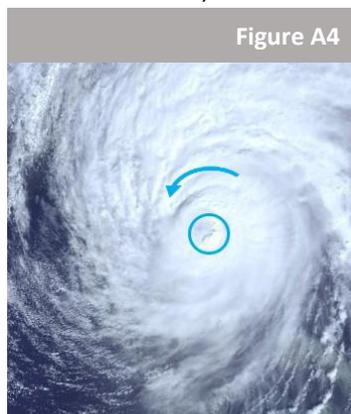
Les élèves peuvent travailler sur les fiches par deux ou individuellement. Pour l'exercice 2, vous pouvez également imprimer les images de l'Annexe I. En fonction des connaissances des élèves sur les ouragans, vous pouvez distribuer l'« Activité 1 - Extension » disponible à l'Annexe II. Elle donne davantage d'informations et demande aux élèves de les remettre dans le bon ordre par rapport aux images. Il s'agit donc d'une version moins complexe de l'activité.

Vous pouvez également essayer de trouver vos propres images satellite d'un ouragan dans le navigateur EO. Le navigateur EO est un outil en ligne qui offre un accès facile et gratuit aux images satellite de différentes missions d'observation de la Terre (EO, *Earth Observation*). Le guide de démarrage rapide du navigateur EO (voir la section Liens) présente cet outil. Si vous cherchez des ouragans, nous vous recommandons de choisir le satellite Sentinel-3.

Résultats

Exercice 1

Les élèves marquent l'oeil de l'ouragan au centre de l'image et doivent conclure qu'ils l'ont identifié en se basant sur la forme des nuages. La direction de rotation de l'ouragan va dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, en raison de la force de Coriolis qui détourne les vents. Vous pouvez également évoquer le fait que les tempêtes tropicales tournent en sens inverse (dans le sens des aiguilles d'une montre) dans l'hémisphère Sud.



↑ Formation d'un ouragan.

Exercice 2

28 septembre 2016 à 14 h 30	5 octobre 2016 18 h 30	7 octobre 2016 16 h 00	8 octobre 2016 18 h 20	9 octobre 2016 15 h 45
				
D	A	B	E	C
<p>Tempête tropicale évidente.</p> <p>Mouvement = ouest en direction d'Haïti.</p> <p>Situation = centre de circulation juste à l'est des Petites Antilles.</p> <p>Météo = forts orages autour du centre avec de lourds nuages dans la mer des Caraïbes.</p> <p>La vitesse du vent est d'environ 80 km/h.</p>	<p>L'ouragan est maintenant visible.</p> <p>Mouvement = direction nord-ouest vers les Bahamas.</p> <p>Situation = l'œil est visible au nord de Cuba et se dirige vers les Bahamas.</p> <p>Météo = la spirale de nuages dans le sens inverse des aiguilles d'une montre est visible. Cela génère des vents forts, des rafales et des pluies torrentielles dans les zones touchées. Haïti, la République dominicaine, la Jamaïque et Cuba continuent d'être touchés. Avertissements météorologiques émis pour les Bahamas.</p>	<p>Ouragan de catégorie 3.</p> <p>Mouvement = direction nord-ouest vers la côte des États-Unis.</p> <p>Situation = le vortex central est visible au large des côtes de la Floride. Ici, on observe des nuages de haute densité et une structure d'ouragan évidente.</p> <p>Conditions météorologiques = vents violents d'environ 180 km/h affectant la Floride et la Géorgie.</p>	<p>L'ouragan Matthew devient un cyclone post-tropical avec changement de structure visible.</p> <p>Mouvement = direction nord-est le long de la côte sud-est des États-Unis.</p> <p>Situation = au large de la côte de la Caroline du Nord.</p> <p>Conditions météorologiques = vents d'environ 130 km/h avec des rafales plus fortes et de fortes précipitations. Les conditions ne commenceront à s'améliorer qu'au cours des 48 prochaines heures.</p>	<p>Cyclone post-tropical.</p> <p>Mouvement = maintenant absorbé par un front froid le long de la côte est des États-Unis, comme en témoigne la diminution de la densité des nuages.</p> <p>Situation = à environ 320 km à l'est de la Caroline du Nord.</p> <p>Conditions météorologiques = les vents commencent à s'affaiblir.</p>

ACTIVITE 2 : L'IMPACT DE L'OURAGAN MATTHEW

Dans cette activité, les élèves analyseront les images satellite prises avant et après que l'ouragan a atteint les côtes pour observer l'impact qu'il a eu sur le paysage et les habitants.

Matériel

- Appareils avec accès Internet (ordinateurs portables/tablettes)

Exercice

Les élèves doivent effectuer cet exercice en autonomie sur des images satellite, mais s'ils n'ont pas accès à des tablettes ou à des ordinateurs, vous pouvez utiliser les images de l'Annexe III. Celles-ci peuvent également être utilisées pour discuter des résultats trouvés. Distribuez le guide de démarrage rapide du navigateur EO (voir la section Liens) aux élèves s'ils ne connaissent pas cet outil en ligne.

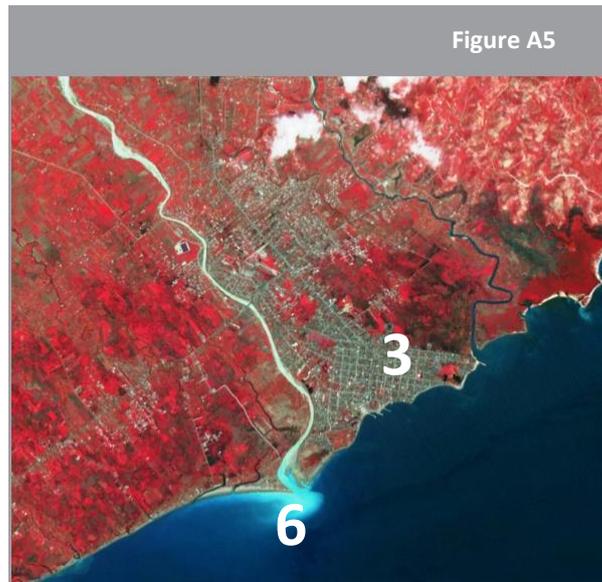
Question 1 : Les images en « fausses couleurs » sont issues de caméras satellite qui peuvent « voir » plus que la partie visible de la lumière. Une image en fausse couleur utilise au moins une longueur d'onde hors du domaine visible. Ici, l'image en fausses couleurs montre la lumière proche infrarouge réfléchiée en rouge, la lumière rouge en vert, et la lumière verte en bleu. Étant donné que les plantes reflètent davantage de lumière proche infrarouge que de vert, les zones végétales apparaissent en rouge. Le rouge plus brillant et plus foncé indique une plus forte réflectivité dans le proche infrarouge, ce qui indique une végétation plus abondante et plus saine. Dans l'ensemble, la réflectivité dans la lumière visible est beaucoup plus faible que celle dans le proche infrarouge, et l'image en couleur réelle serait plus foncée. Nous conseillons d'utiliser des images en fausses couleurs, car elles permettent d'identifier davantage de détails.

Question 2 : Les élèves doivent remarquer la diminution des zones végétales et des terres agricoles. Ils doivent également noter que la sédimentation est plus élevée dans le fleuve, comme en témoigne la couleur marron de l'eau. C'est le résultat de l'érosion du sol sur les pentes exposées, qui a emporté de la terre vers les cours d'eau. En outre, les maisons de la ville des Cayes ont été détruites.

Question 3 : Voir Figure A5.

Question 4 : Les élèves doivent comprendre que les technologies telles que les satellites d'observation de la Terre ne réduisent pas les dommages ou les pertes (c.-à-d. la vulnérabilité), mais que leur utilisation facilite la prise de décisions efficaces qui peuvent faire toute la différence dans les situations d'urgence. Par exemple, les images prises avant et après une inondation fournissent immédiatement des informations sur l'ampleur de l'inondation et permettent d'évaluer les dommages matériels et environnementaux. Certains satellites utilisant des radars, comme Sentinel -1, ont même la capacité de « voir » à

travers les nuages, la pluie et dans l'obscurité, ce qui les rend très utiles pour la cartographie et l'évaluation rapide de l'impact des catastrophes.



↑ Les Cayes, Haïti après l'ouragan.

Les professeurs peuvent montrer la vidéo de l'ESA « Sauver des vies quand la catastrophe frappe » (voir la section Liens) en guise de résumé pour illustrer la façon dont les images satellite peuvent aider les secours après une catastrophe.

POUR ALLER PLUS LOIN

Liens avec les métiers STEM

- **Géographe** : Le géographe est un spécialiste de l'espace et de ses interactions avec les sociétés humaines. Il étudie les paysages, les climats, les populations et les ressources naturelles pour comprendre l'organisation et le développement des territoires. Son expertise est sollicitée dans de nombreux domaines, tels que l'aménagement du territoire, l'environnement, l'urbanisme, le tourisme ou encore la gestion des risques. [Plus d'infos...](#)
- **Climatologue** : Le climatologue mène des études à long terme afin de prévoir l'évolution de notre climat et ses potentielles conséquences sur la population ou la biodiversité. En effet, avec le réchauffement climatique, les préoccupations pour l'environnement, la qualité de l'air ou de l'eau sont grandissantes. Le climatologue occupe donc un rôle essentiel pour mieux comprendre les bouleversements climatiques de plus en plus fréquents. [Plus d'infos...](#)
- **Géomaticien** : La géomatique, contraction de géographie et informatique, utilise l'information géographique pour analyser et modéliser le territoire. Le géomaticien, expert en SIG (Systèmes d'Information Géographiques), crée des bases de données à partir de cartes, photos, images satellites, etc. Il les analyse et les exploite pour produire des cartes thématiques et aider à la prise de décision dans des domaines variés tels que l'aménagement urbain, l'environnement, les transports ou encore le marketing. [Plus d'infos...](#)

Ressources

- [Application web Climate from Space](#)
- [Climat pour les écoles](#)
- [Enseigner avec l'espace](#)

Autres ressources

- [Vidéo de l'espace pour le climat](#)
- [Climat et permafrost](#)
- [Autres vidéos de la Terre vue de l'espace](#)
- [ESA Kids](#)

LIENS AVEC LES RÉFÉRENTIELS

NIVEAU : S3

MATIERE : GÉOGRAPHIE

Repères spatiaux, vocabulaire, notions, modèles pour

Se situer, se déplacer, situer, localiser un lieu, un fait dans l'espace

Savoirs	Attendus	Page
<p>Principaux espaces affectés par des aléas naturels :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ d'inondation : zone inondable ; ▪ Climatiques : <ul style="list-style-type: none"> ○ Cyclones : la zone intertropicale et les façades de l'Asie et atlantique de l'Amérique du Nord 	<p>Nommer les principaux espaces affectés par des aléas.</p> <p>Distinguer en quelques mots les grands types d'aléas naturels.</p>	100

Caractériser les répartitions/dynamiques spatiales et les liens avec les composantes spatiales relatives

A la population et à l'organisation de l'espace

Savoirs	Attendus	Page
<p>Aléas naturels : inondation, séisme, volcanisme, tempête, tornade, feu de forêt, sécheresse, cyclone.</p> <p>Evènements associés : coulée de boue, glissement de terrain, tsunami.</p> <p>Facteurs à prendre compte pour évaluer le risque associé aux aléas naturels (vulnérabilité) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensité et fréquence de l'aléa ; - importance de la population ; - nature de l'occupation du sol ; - facteurs naturels (pente, proximité d'un cours d'eau...) 	<p>Distinguer aléa et risque à l'aide d'un exemple.</p> <p>Citer des exemples de facteurs qui augmentent ou diminuent la vulnérabilité d'un espace face aux aléas naturels.</p>	100

<ul style="list-style-type: none"> - facteurs économiques ou politiques (qualité de l'habitat, aménagement, dispositif de prévention...) <p>Population : les espaces peuplés et les espaces vides aux échelles mondiales et continentales.</p>	<p>Nommer les espaces peuplés et les espaces vides figurés sur une carte.</p>	
--	---	--

Au milieu naturel (dont orohydrographie et bioclimats)

Savoirs	Attendus	Page
<p>Bassin hydrographique : plaine alluviale, lit du cours d'eau.</p>	<p>Différencier la plaine alluviale du lit du cours d'eau.</p>	<p>101</p>

Savoir-faire

Savoir-faire	Attendus	Page
<p>Lire un paysage</p>	<p>Annoter une image géographique pour mettre en évidence des manifestations d'un aléa ou des espaces vulnérables face à un aléa.</p>	<p>101</p>
<p>Lire un croquis cartographique, un plan, une carte.</p>	<p>Annoter une représentation cartographique pour mettre en évidence des espaces affectés par un aléa et/ou des espaces où l'activité humaine est présente.</p> <p>Manipuler des outils numériques de représentation de l'espace : atlas, SIG, globe virtuel, géoportail.</p>	<p>101</p>

Compétences

Compétences	Attendus	Page
<p>Utiliser des repères spatiaux et/ou des représentations de l'espace pour (se) situer/se déplacer/(s')orienter.</p>	<p>Situer un aléa naturel en faisant référence aux notions orohydrographiques ou climatiques.</p>	<p>102</p>
<p>Caractériser un paysage/environnement pour contextualiser un fait/phénomène.</p>	<p>Caractériser l'occupation d'un espace affecté par un aléa sur la base d'une photographie, d'une carte ou sur le terrain.</p> <p>Décrire une inégalité spatiale face à un aléa ou un risque dans un espace, en annotant une carte ou une photographie verticale et en rédigeant un bref commentaire.</p>	<p>102</p>