

Steven Miller

Day Night Band le veilleur de nuit

Un satellite américain d'observation lancé en 2011
embarque un capteur d'une sensibilité inédite à la lumière
du domaine visible. Ses données recueillies la nuit ouvrent
de nouveaux horizons aux météorologistes, aux pompiers,
aux services de secours et aux scientifiques.

CETTE VUE NOCTURNE
de la Terre cumule deux mois
d'images prises par le capteur
Day Night Band dont est équipé
le satellite américain *Suomi NPP*.



Lorsque la nuit tombe sur une région donnée, les scientifiques se voient brutalement dépourvus d'images satellitaires dans le domaine de la lumière visible. Or ces images pourraient révéler de grandes tempêtes, la fumée d'incendies de forêts, des blocs de glace de mer dangereux pour les navires, etc. Heureusement, un nouveau capteur opérant sur le canal nommé DNB (*Day Night Band*, « Canal jour et nuit »), opérant entre 0,5 et 0,9 micromètre de longueur d'onde, commence à combler ce vide.

Faisant partie du système d'imagerie visible et infrarouge VIIRS embarqué sur le satellite américain *Suomi* NPP, l'instrument est sensible au point de détecter la lueur d'un simple lampadaire de rue ou celle du pont d'un bateau isolé au milieu de l'océan. Même lors d'une nuit sans lune, le capteur peut discerner des nuages et des étendues de neige, éclairés par la faible luminescence nocturne de l'atmosphère.

Depuis le lancement de *Suomi* NPP, en 2011, les chercheurs ont pu observer de fascinants phénomènes atmosphériques liés à des orages violents. Ils ont également aidé à prévoir la trajectoire des cyclones, à suivre les panaches de fumée d'incendies et à diriger hors des zones de banquise les bateaux égarés (voir les images pages suivantes).

Le capteur DNB complète aussi les capteurs infrarouges, qui ont du mal à identifier les nuages bas et la couverture de neige, lesquels tendent à se confondre avec leur environnement la nuit. En outre, les scientifiques commencent à fusionner les données du canal DNB avec un logiciel calculant la luminosité de la lune en fonction du temps, ce qui les aide à déterminer la réflectance des nuages, et donc leur contenu en eau. Cette information permet aux météorologues de prévoir l'influence des nuages sur les températures nocturnes au sol et d'aider les pilotes à éviter les conditions de givrage dangereuses pour les avions. Les données améliorent aussi les prévisions météorologiques pour les hautes latitudes, où la nuit dure plusieurs mois.

Un seul capteur *Day Night Band* est en service aujourd'hui. Exploité par l'Agence océanographique et météorologique américaine (la NOAA), *Suomi* NPP est en orbite polaire à une altitude de 832 kilomètres. Il survole chaque région donnée vers 13 h 30 puis vers 01 h 30, en heure locale.

Si de tels capteurs étaient intégrés sur des satellites géostationnaires, les scientifiques pourraient enregistrer des animations continues plutôt que des clichés instantanés. Une plateforme possible pour cette vision nocturne est une future série de satellites géostationnaires GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellites*), dont le lancement est prévu par la NOAA dans les années 2030. S'ils embarquent un capteur tel que *Day Night Band*, on pourra suivre tout au long de la nuit les nuages, les marées noires, les incendies, les fumées, les tempêtes de poussières, les volcans, etc. On pourra aussi suivre les bateaux de pêche naviguant illégalement dans des eaux réglementées et aider à localiser l'épave d'un avion disparu des radars.

■ L'AUTEUR

Steven D. MILLER est chercheur à l'Institut coopératif de recherche atmosphérique de l'université d'État du Colorado, aux États-Unis.

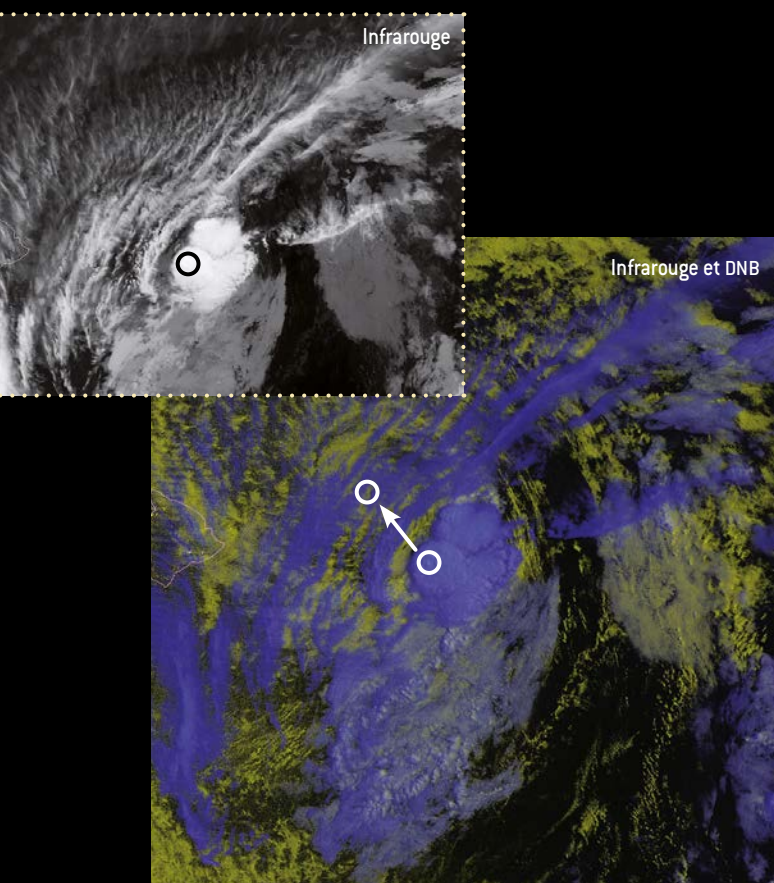
■ BIBLIOGRAPHIE

S. D. Miller *et al.*, Illuminating the capabilities of the Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Day/Night Band, *Remote Sensing*, vol. 5 [12], pp. 6717-6766, 2013.

M. Carlowicz, Out of the blue and into the black: New views of the Earth at night, Nasa Earth Observatory, publié en ligne le 5 décembre 2012 : <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/IntotheBlack>

L'ESSENTIEL

- Un nouveau capteur embarqué sur le satellite *Suomi* NPP détecte des lumières au sol beaucoup plus faibles que ne pouvaient le faire les capteurs précédents.
- Grâce à l'infime lueur émise par l'atmosphère, l'instrument peut aussi discerner des nuages, de la neige et d'autres éléments qu'une nuit sans lune cache.
- Il aide ainsi à détecter et à suivre des éléments presque invisibles de nuit, tels les cyclones, la fumée d'incendies de forêts ou des navires égarés en mer.



Chasseur de cyclones

Connaître la position exacte de l'œil d'un cyclone est crucial, car les vents les plus intenses et les marées de tempête les plus puissantes se produisent juste autour de lui. Un suivi plus précis de la trajectoire peut sauver des vies, orienter les décisions prises par les services d'urgence concernant les évacuations et économiser des millions en optimisant le déploiement des secours et de l'assistance aux personnes touchées.

Le 28 juillet 2013, le cyclone Flossie s'abattait sur l'île de Hawaïi. Les météorologues suivaient son déplacement de près, mais, à la nuit tombée, ils perdirent l'œil de vue. De hauts nuages de type cirrus cachaient aux capteurs infrarouges des satellites le centre de la tempête, situé à plus basse altitude (*image en noir et blanc*). À mesure que l'on s'enfonçait dans la nuit, les prévisionnistes craignaient de plus en plus une mauvaise surprise au lever du jour, à savoir que l'œil du cyclone se soit décalé par rapport à la trajectoire prévue, en raison de modifications des vents d'altitude, qui déterminent le déplacement de telles tempêtes.

Heureusement, le satellite équipé du nouveau capteur DNB avait survolé la zone peu avant l'aube. Ses observations à travers la mince couche de nuages d'altitude (*en bleu sur l'image en couleur*) ont montré comment se déplaçait le cyclone, plus proche du sol (*en vert*). L'imagerie révéla que le centre de la tempête se trouvait plus au nord que prévu (*décalage nord-ouest du petit cercle*), ce qui représentait une menace moins grande pour l'île. Les prévisionnistes du Service météorologique américain à Honolulu publièrent rapidement, à 5 h 00, un bulletin prévenant les services d'urgence de la nouvelle trajectoire de la tempête, ce qui a évité une évacuation inutile et économisé d'importantes sommes d'argent.

Secours en mer

Le bateau de pêche *Kiska Sea* est un membre américain de la flotte de pêche aux crabes de la mer de Béring. En février 2014, de puissants vents du nord ont soufflé sur le centre de la mer de Béring, ce qui a poussé des blocs de glace de mer vers une région où la flotte avait déployé des casiers à crabes.

Le 10 février, l'équipage du *Kiska Sea*, le vaisseau situé le plus au nord à ce moment, contacta le service météorologique basé à Anchorage, en Alaska, pour demander quelle était la situation de la glace proche de sa ligne de 150 casiers, chacun gros comme un lit double. Le service météo confirma que la glace allait encercler la zone. Le *Kiska Sea* se mit en route afin de récupérer les pièges, tout en gardant le contact avec les prévisionnistes. Mais le 13 février, le vaisseau se retrouva encerclé par la glace. Afin d'éviter de chavirer ou d'être écrasé, le *Kiska Sea* devait sortir rapidement de la zone, mais la courte durée du jour et la nuit sans lune ont rendu la navigation périlleuse.

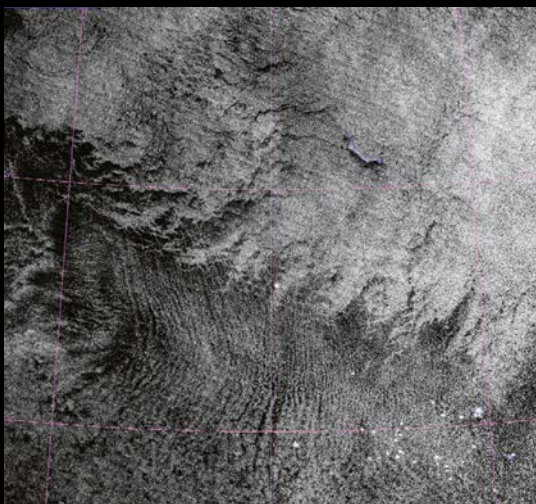
Le service météo utilisa les données du capteur DNB pour repérer les lumières du bateau et pointer avec précision sa position (*point blanc au centre de l'image à droite; d'autres bateaux sont visibles dans le coin droit en bas*). Le



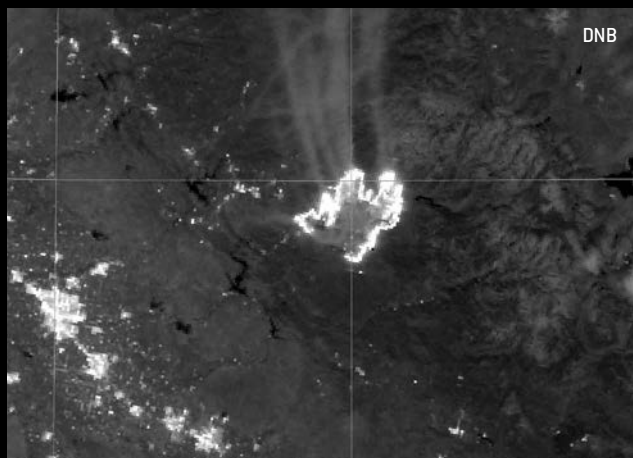
Voir à travers l'écran de fumée

Les incendies sont en augmentation dans l'ouest des États-Unis, en partie à cause de sécheresses pluri-annuelles. Les pompiers qui combattent ces violents incendies durant la journée perdent souvent du terrain durant la nuit, lorsqu'il est difficile de suivre les fumées dangereuses et les lignes de feu obscurcies par la fumée. Les incendies de forêts créent aussi parfois de forts vents déviants qui modifient la vitesse et la direction des flammes, mettant soudainement les pompiers en danger. La température de la fumée refroidit rapidement au niveau de celle de l'atmosphère environnante, ce qui rend ces panaches de petites particules presque invisibles aux capteurs infrarouges du satellite la nuit. Souvent aussi, les capteurs ne détectent pas de petites poussées d'embrasement le long des lignes de feu.

© Sauf mention contraire les images sont de Steven D. Miller



capteur a aussi permis de distinguer la limite de la glace de mer (lignes déchiquetées qui descendent à partir du haut à droite), illuminée par la faible lueur atmosphérique. Grâce à ces informations, les équipes du service météo purent aider le navire à tracer une route sûre vers l'ouest-sud-ouest, en dehors de la zone où s'étendait la banquise.



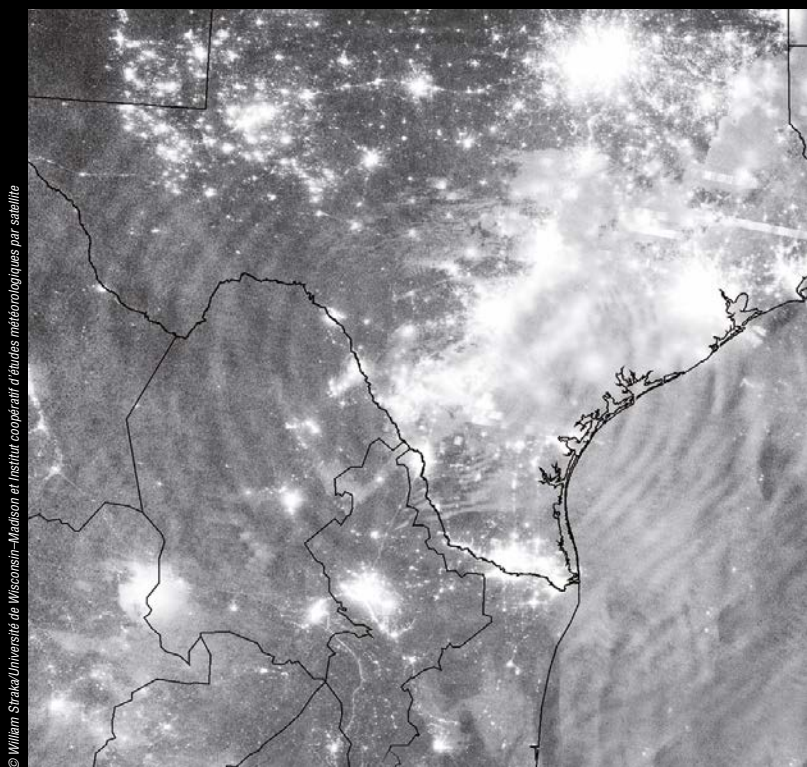
L'incapacité à combattre les flammes la nuit est frustrante, car des températures plus fraîches, une humidité plus élevée et des vents légers constituent des conditions idéales pour les pompiers. Les capteurs de basses lumières peuvent aider, comme on le voit sur les images de l'incendie surnommé Rim Fire de 2013, en Californie. Tout d'abord, lorsque la lumière de la lune est présente, les capteurs montrent clairement des panaches de fumée, ce qui fournit un avertissement fiable aux pompiers (image de droite; la fumée n'apparaît pas sur l'image de gauche, prise dans l'infrarouge). Les panaches donnent aussi une information précieuse sur les vents proches de la surface, qui attisent les flammes. L'image de droite montre que des vents forts emportent la fumée vers le nord; les pompiers seraient donc bien avisés d'attaquer le feu sur ses flancs sud.

La lueur du ciel nocturne

Même par une nuit sans lune, loin de toute lumière, on peut voir une vague silhouette de notre main face au ciel « noir ». C'est grâce à la faible lumière émise par des réactions chimiques complexes se déroulant dans la haute atmosphère. Les astronautes de la Station spatiale internationale décrivent régulièrement cette luminescence nocturne, mais sa structure détaillée est restée mal connue.

Les chercheurs travaillant avec les données du capteur DNB ont constaté avec surprise que des structures particulières de luminescence nocturne apparaissaient dans les données recueillies une nuit à proximité d'un orage. L'imagerie a révélé des ondulations caractéristiques dans la lueur. L'énergie libérée au sein des orages engendre des ondes atmosphériques qui se propagent vers le haut. Lorsque, une ou deux heures plus tard, ces ondes atteignent environ 90 kilomètres d'altitude, près du sommet de la mésosphère, elles perturbent la couche émettrice de lumière nocturne, ce qui crée des ondes lumineuses concentriques. Le capteur a enregistré cet effet notamment au cours d'un énorme orage au Texas en 2014 (ci-dessous).

Ces ondes sont plus que des curiosités; elles transportent de l'énergie qui détermine la circulation atmosphérique à haute altitude. La capacité de DNB à détecter les ondes de luminescence comble une lacune dans les modèles de la dynamique de la haute atmosphère, aidant les chercheurs à mieux prévoir le temps et à comprendre le changement climatique. Des observations au sol ont par ailleurs établi un lien entre les ondes de luminescence nocturne et de grands tremblements de terre, notamment celui auquel était dû le tsunami dévastateur de 2011 au Japon. Il apparaît que le mouvement sismique crée des ondes de pression qui se propagent vers le haut de l'atmosphère. Il est ainsi possible que les données DNB puissent aider les scientifiques à repérer un tsunami lorsqu'il traverse un océan, en surveillant les ondes atmosphériques se propageant au-dessus de lui.



© William Straka/Université de Wisconsin-Madison et Institut coopératif d'études météorologiques par satellite

Aux origines de

L'examen aux rayons X
d'un fossile de petit
poisson cuirassé vieux
de 415 millions d'années
éclaire l'apparition
des premiers animaux
vertébrés dotés
de mâchoires.

Vincent DUPRET

Lorsqu'on mange une lamproie, on mâche un animal vertébré dépourvu de mâchoires : un cyclostome. Nous autres les gnathostomes, c'est-à-dire les vertébrés à mâchoires, devons mâcher pour vivre. Nos mâchoires nous permettent de nous nourrir et rendent redoutables certains d'entre nous, tels les requins (*ci-contre*) ou les ours ; elles nous donnent aussi un visage, qui joue chez les humains un rôle social essentiel. Mais quelle est l'origine de ces mâchoires qui modèlent la face des gnathostomes ?

On l'ignorait, jusqu'à ce qu'un bloc de calcaire exhumé il y a quelques années dans l'Arctique canadien nous apporte la réponse. Plus précisément, il nous a livré *Romundina stellina*, un petit « poisson » cuirassé datant de quelque 415 millions d'années. Son étude a révélé comment l'apparition progressive de la face s'est organisée en une succession d'étapes à partir de « poissons » sans mâchoires, c'est-à-dire de cyclostomes.

C'est en 1995 que Daniel Goujet, professeur du Muséum national d'histoire



UN REQUIN ET UNE TORTUE partagent cet aquarium. Tous deux, comme les humains, sont des gnathostomes, c'est-à-dire des vertébrés à mâchoires. Mais d'où tirent-ils ce trait commun ?

© amin kuliyev/shutterstock.com