



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**CNESMAG**

#98 AUTOMNE 2025



**Climat :  
la donnée  
change la donne**

# Rampe de lancement

#98 — AUTOMNE 2025

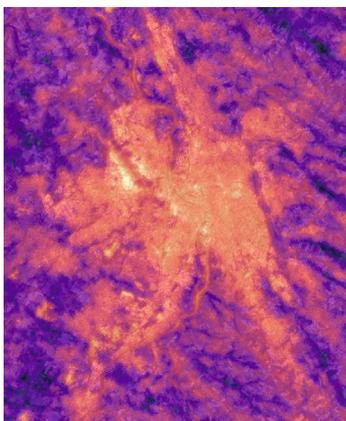
## 05

### Horizon

Marie-Claude Salomé

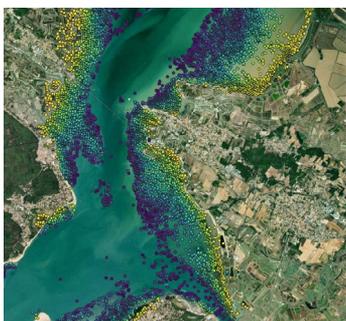
## 06

### Dans l'objectif



## 10

### Flash spatial



## 12

### Cosmoculture(s)

Changement climatique :  
pas que du cinéma !

## 14

### Signal fort

« Les satellites aident à mieux  
comprendre l'état des forêts »

Jérôme Chave, directeur de  
recherche au Centre de Recherche  
sur la Biodiversité et  
l'Environnement du CNRS



## 17

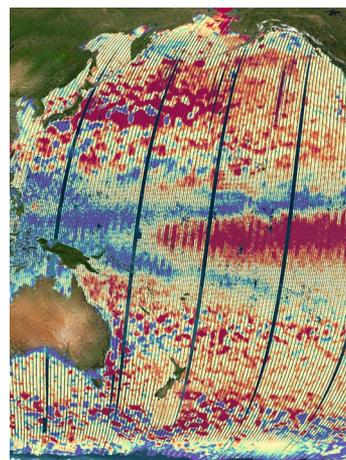
### Balises



## 18

### Planète CNES

La donnée d'observation  
passe à l'action



21/ Une chaîne d'expertises au  
service de la donnée spatiale

23/ Le SCO, un moteur pour  
l'adaptation climatique

25/ Quand science et  
observation ne font qu'un

# 26

## Retour vers le futur

Les satellites au secours des populations sinistrées



# 27

## Espace éthique

La maison brûle



# 28

## Constellation

Galerie de portraits



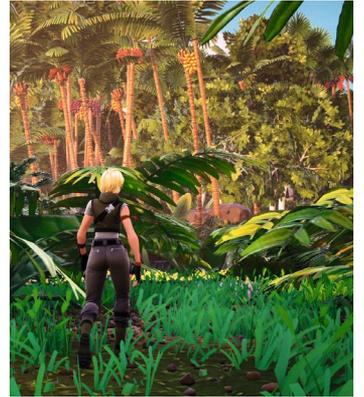
# 32

## Trajectoire

TAHATAI, grandir avec le SCO

# 34

## Attractions terrestres



# 36

## Open space

Le SCO sous toutes les latitudes

Pour lire  
le magazine  
en ligne



# L'équipage

## Frédéric Bretar



**Responsable du SCO, ingénieur en chef des Ponts, Eaux et Forêts.** Frédéric inscrit son action à la croisée de la science, de la décision publique et de l'engagement international pour le climat. À la tête de l'Observatoire spatial pour le climat, il fait dialoguer institutions, chercheurs et acteurs économiques pour transformer les données spatiales en outils utiles aux territoires. Son parcours l'a conduit de la sphère académique à la diplomatie scientifique, avant d'arriver au CNES en 2019. Il dévoile ici les projets du SCO.

## Céline Tison



**Sous-directrice adjointe du Campus de la donnée.** Experte radar à l'origine, Céline a un intérêt particulier pour l'Observation de la Terre et la donnée spatiale. Le traitement de cette dernière constitue l'aboutissement de la chaîne de valeur, qui relie le satellite dans l'espace à son utilité sur Terre. C'est tout l'objet du Campus de la donnée, dont elle nous ouvre les portes pour ce numéro. Conjuguer ses vingt ans de compétences spatiales avec l'adaptation au changement climatique est une mission qui lui tient à cœur.

## Selma Cherchali



**Sous-directrice Étude et Observation de la Terre.** L'adaptation au dérèglement climatique est à la fois un défi urgent et une nécessité incontournable. Pour construire des projections fiables pour l'avenir, il est impératif d'intensifier dès aujourd'hui les investissements dans la science à l'échelle mondiale. De cela, Selma Cherchali est convaincue et elle nous partage sa vision dans *CNESMAG*. Elle poursuit également son action sur le terrain, en portant le projet Space4Ocean Alliance pour le CNES, à découvrir dans *Flash spatial*.

## Laurent Boissard



**Sous-directeur Missions et Données d'observation de la Terre et applications.** De l'observation de la Terre aux sciences de l'Univers, Laurent a évolué sur différentes orbites en trente ans au CNES et à l'ESA. Spécialiste de la conduite de projets, il a notamment eu la responsabilité système du télescope spatial CoRoT, des études Euclid et de l'architecture du programme militaire CSO. Aujourd'hui, sa sous-direction est à la croisée des chemins entre les missions classiques du CNES et le soutien aux nouveaux acteurs du spatial.

**CNESMAG**, le *CNESMAG*, le magazine du Centre national d'études spatiales, 2 place Maurice Quentin, 75039 Paris cedex 01. Adresse postale pour toute correspondance : 18, avenue Édouard Belin, 31401 Toulouse cedex 9. Tél. : +33 (0)5 61 27 40 68. Internet : <http://cnes.fr>. Abonnement : <https://cnes.fr/cnesmag/> abonnement. **Directeur de la publication** : François Jacq. **Directrice éditoriale** : Marie-Claude Salomé. **Rédactrice en chef** : Mélanie Ramel. **Secrétaire générale de la rédaction** : Céline Arnaud. **Rédaction** : Dominique Fidel, Aude Borel, Alexia Attali, Mélanie Ramel. **Iconographie** : Loïc Octavia, Orianne Arnould, Lauren Lacau (Photon).

### Crédits photo :

Couverture : © CNES/Mira Productions/Sébastien Gentet ; p.4 : CNES/Thierry De Prada, CNES/Frédéric Maligne ; p.5 : CNES/Christophe Peus ; p.6 : CNES ; p.7 : CNES/Mira Productions/Sébastien Gentet ; p.8 : Safer Occitanie ; p.9 : ICube-SERTIT ; p.10 : CNES/Stéphane Louvel (bas), TerraNis (haut) ; p.11 : CNES/Adrien Ribet (haut), CNRS/Edward Salameh/Darnien Desroches (milieu), Getty Images (bas) ; p.12 : Niko Tavernise - Netflix - Bluegrass Films - Hyperobject Industries ; p.13 : Centropolis Entertainment / Lions Gate Films ; p.14-16 : Alexandre Ollier ; p.17 : SDIS31 - Yohan Visentin (haut), Hydr'Avatar consortium (bas) ; p.18-19 : CNES/CLS, p.18 bas : CNES/Distribution Airbus DS ; p.20 : USSF 30th Space Wing/Steven Gerl ; p.21 : Airbus DS/Dominique Marques (bas), CNES (haut) ; p.22 : CNES/Frédéric Lance-lot ; p.23 : ESA/Copernicus Sentinel data ; p.24 : ESRI/CNES (haut), TerraNis (bas) ; p.25 : ESA/Copernicus Sentinel data ; p.26 : CNES/Distribution Airbus DS ; p.32-33 : CNES/Distribution Airbus DS, Collectif Argos / Jérôme Derigny/Getty Images ; p.34 : SCO/Ultra Noir (haut), CNES ; p.35 : CNES/Game in Society.

**Illustrations** : Citizen Press pour Décryptage et Anne Cresci pour Constellation. **Webmaster** : Mathilde Tournier. **Réseaux sociaux** : Aurélie Marmu, Hermine Chaumulot, Marie Dupont (Citizen Press), Méliandre Lacaille (La Netscouade). **Traduction** : Boyd Vincent.

**Conception, conseil et réalisation** : Citizen Press - David Convaisier, Alexia Attali, Stéphane Boumendil.

**Impression** : Ménard. ISSN 1283-9817. **Ont participé à ce numéro** : Olivier Queyrut, Aurélien Sacotte, Delphine Leroux, Vincent Lonjou, Carole Deniel, Solange Lemaj, Adrien Deschamps, Selma Cherchali, Yannice Faugère, Stéphane Louvel, Laurence Monnoyer-Smith, Jérôme Chave, François Jocteur-Monnozier, Pascale Ferrage, Emilie Bronner, Pascale Ulte-Guérand, Laurent Boissard, Céline Angelelis, Céline Tison, Raquel Rodriguez-Suquet, Frédéric Bretar, Jacques Arnould, Frédéric Huynh, Gonéri Le Cozannet, Kévin Decludt, Sébastien Dorgan, Pascal Correia et Maxime Briant.



### Propulsez le magazine sur les réseaux sociaux

Un article vous plaît ?  
N'hésitez pas à le partager avec votre communauté.



@cnes



facebook.com/  
CNESFrance



CNES



cnes\_france



CnesFrance



CnesFrance



cnes.fr



# Horizon



## « La donnée spatiale en partage »

**Marie-Claude Salomé**

Directrice de la communication

————— **L'adaptation au changement climatique est devenue notre réalité**, elle est ancrée dans notre quotidien. Les événements extrêmes estivaux nous le rappellent chaque année. Une fois ce constat établi, notre devoir est d'agir. Et c'est là que la donnée spatiale intervient. « Brique élémentaire » de chaque mission d'observation de la Terre, sans elle, pas de résultats scientifiques, ni d'applications utiles à l'adaptation au changement climatique. Marqueur objectif, la donnée alimente les modèles scientifiques et mesure une évolution fiable et factuelle dans le temps. Outil pédagogique dans des projets dédiés aux plus jeunes, elle les éveille à l'importance de la démarche scientifique pour questionner le monde qui les entoure. Enfin, la donnée spatiale est le cœur de métier de plusieurs équipes au CNES dont vous découvrirez les activités au fil des pages de ce numéro. Notre responsabilité en tant qu'acteur public est de faire connaître les différents usages de la donnée spatiale au service des citoyens et de lutter à notre niveau contre la désinformation en matière de climat.

Bonne lecture.

---

## PARTENAIRES

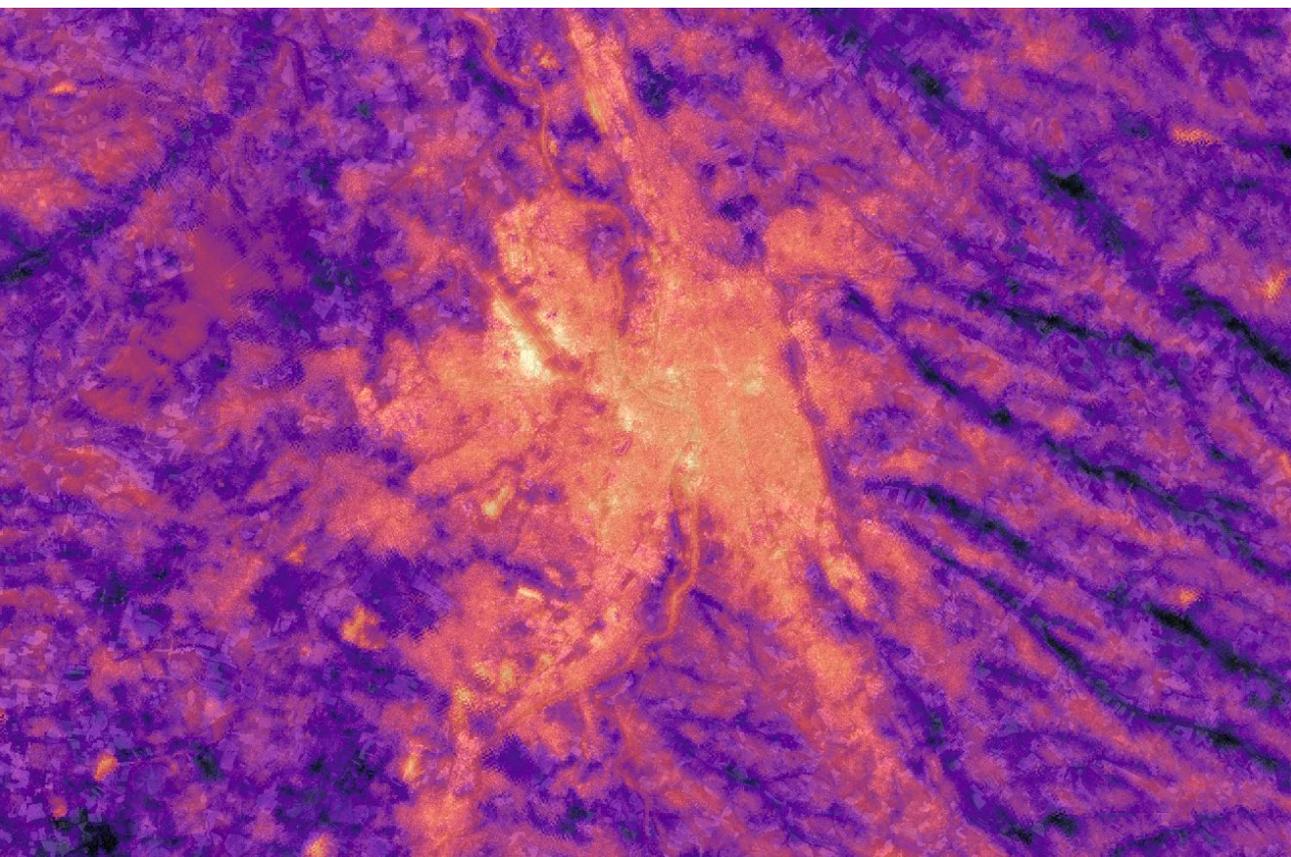
### Sont cités dans ce numéro :

Safer Occitanie - p. 8 ; Agence spatiale canadienne - p. 10 ; Airbus Defence & Space - p. 11 ; UK Space Agency - p. 11 ; Commission européenne - p. 11 ; NASA - p. 11, p. 20, p. 31 ; CNRS - p. 14, p. 34 ; Thales - p. 17 ; ESA - p. 17, p. 26 ; Hydro Venture - p. 19 ; BWI/Hemeria - p. 19 ; Ministère de l'Intérieur - p. 20 ; Ministère de la Transition écologique - p. 20 ; Eumetsat - p. 20 ; MétéoFrance - p. 20 ; CESBIO - p. 23 ; ICube-Sertit - p. 26 ; IRD - p. 28 ; BRGM - p. 29 ; LEGOS - p. 29 ; Noveltis - p. 30 ; Thales - p. 30 ; CS Group - p. 30 ; Capgemini - p. 30 ; Absolute Sensing - p. 30 ; DRM de Polynésie - p. 32/33 ; Bluecham - p. 32 ; IRD - p. 34 ; OFB - p. 35 ; ADEME - p. 35 ; Game in Society - p. 35 ; Forêt Vierge - p. 35

# *Dans l'objectif*

## **Thermocity, un autre regard sur la chaleur urbaine**

— Avec le projet **Thermocity**, les équipes du Lab'OT du CNES ont pu cartographier les phénomènes thermiques dans la ville de Toulouse – îlots de chaleur urbains et fuites thermiques – en croisant données satellites thermiques et optiques. Thermocity a également permis d'élaborer un indice inédit de vulnérabilité à la chaleur, qui pourrait nourrir les réflexions pour mieux adapter la ville au réchauffement.





## Quand les satellites documentent les catastrophes

— Au printemps 2024, de violentes inondations frappent le sud du Brésil, affectant plus de 2 millions de personnes. Grâce au radar à large fauchée de SWOT, la crue a pu être cartographiée en deux dimensions : hauteur d'eau et étendue. Une avancée clé pour suivre l'impact du changement climatique sur les eaux continentales.

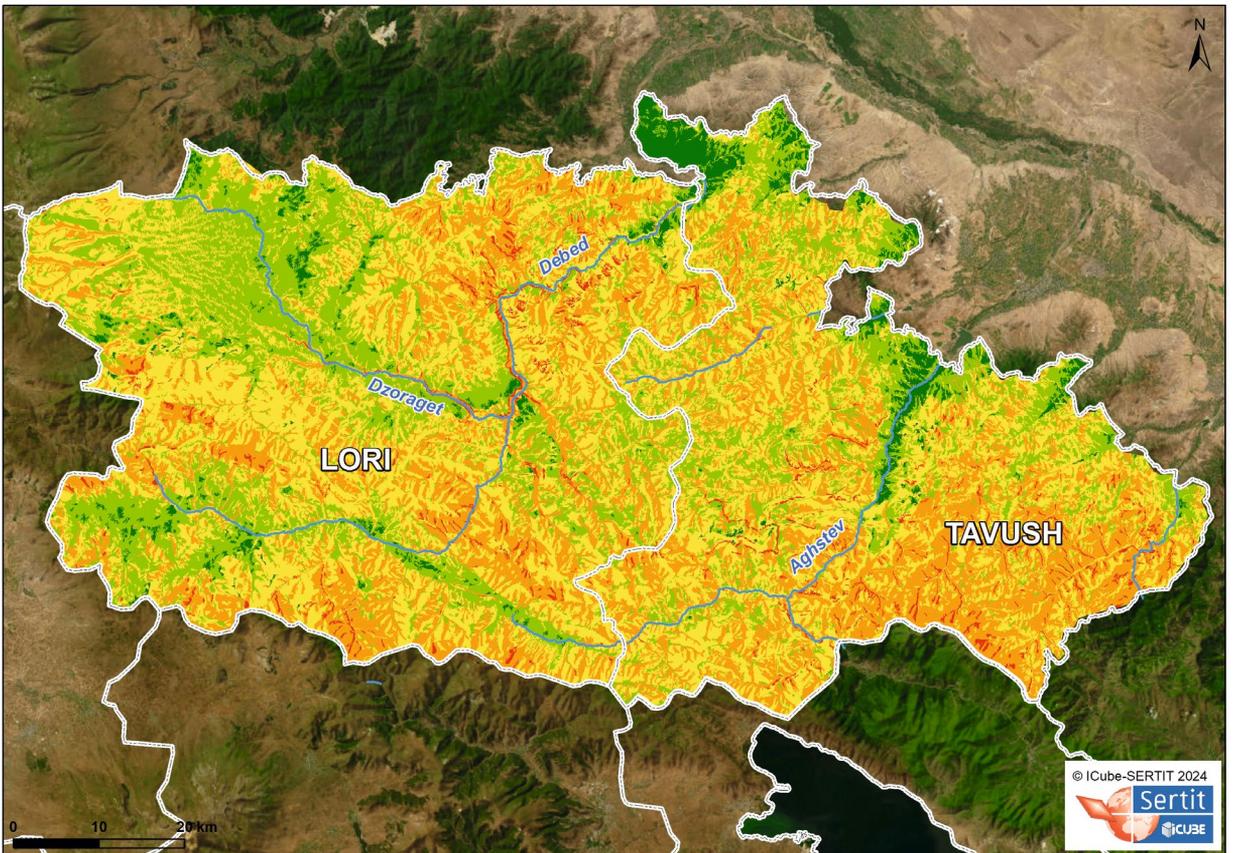


## Izifriche pour reconquérir les terres agricoles

Porté par l'agence foncière Safer Occitanie dans le cadre du SCO (Space for Climate Observatory), le projet Friches agricoles identifie les terrains agricoles qui ne sont plus exploités grâce aux satellites Sentinel-2 et Spot-6&7. Il a donné naissance à Izifriche, un outil d'aide à la décision pour revaloriser ces espaces.

## L'après-inondation vue de l'espace

————— **Mai 2024 : à la suite des inondations** catastrophiques dans le nord de l'Arménie, le Recovery Observatory (porté par le CNES au CEOS) a été déclenché pour aider les autorités à évaluer les dégâts, repérer les débris, simuler les inondations et développer un indice de susceptibilité des risques de glissements de terrain. Le tout, grâce à des cartes issues des satellites Pléiades, Pléiades Neo et de drones. Il a déjà été activé six fois depuis 2020.



## Ballons en mission climatique

Organisée sur la base canadienne de Timmins à la fin de l'été, la campagne Strato Science 2025 a mobilisé 160 personnes (scientifiques et opérationnels) et quatre ballons stratosphériques, dont les plus grands mesurent jusqu'à 75 m de diamètre. Cette opération pilotée par le CNES en partenariat avec l'agence spatiale canadienne a embarqué jusqu'à huit instruments par nacelle pour analyser notamment la concentration des gaz à effet de serre, la mesure des aérosols dans l'atmosphère et la composition des nuages de haute altitude. L'intérêt majeur de ces vols est leur aptitude à rester plusieurs heures dans une même masse d'air, condition idéale pour des mesures atmosphériques fines. L'objectif de cette nouvelle édition de Strato Science est double : tester de nouveaux instruments, comme des radiomètres ou des lidars<sup>1</sup> inédits, et réutiliser certaines expériences pour comparer ces mesures avec celles des campagnes précédentes.

1. Le lidar (pour Light Detection and Ranging) utilise un faisceau laser pour mesurer précisément les distances. Cette technologie permet de produire des modèles 3D très détaillés de terrain, de végétation ou d'infrastructures.



## Ville avec hauteur sous canopée

Dans le cadre d'un partenariat entre le CNES et la Ville de Paris, le Lab'OT (voir p. 21) a contribué à la réalisation d'une carte de la hauteur de la végétation sur l'ensemble du territoire parisien. Objectif : estimer un indice de canopée à partir d'images satellites Pléiades, via les outils CNES CARS et Bulldozer pour évaluer la couverture arborée et guider les choix d'aménagement. Après un premier test concluant en 2023, la méthode est reconduite cette année pour valider sa capacité à suivre l'évolution de la canopée dans le temps.

## IASI-NG : l'atmosphère en haute définition

Embarqué sur le satellite MetOp-SG A1 lancé cet été à bord d'Ariane 6, IASI-NG est l'un des instruments de sondage atmosphérique les plus performants jamais conçus. Successeur de IASI, en service depuis 2006, il mesurera avec une grande précision verticale la température, l'humidité et la concentration de nombreux gaz à effet de serre, y compris à de très faibles seuils. Avec une résolution spectrale doublée et un bruit radiométrique divisé par deux, IASI-NG ouvre la voie à une détection plus fine des substances présentes dans l'air.





## MicroCarb, traqueur de carbone

————— **Lancement estival pour MicroCarb**, premier satellite européen entièrement dédié à la mesure de la concentration de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère terrestre. Conçue par le CNES qui a confié la construction de l'instrument à Airbus Defence and Space, cette mission scientifique vise à quantifier les flux de CO<sub>2</sub> entre océans, végétation et atmosphère. Compact et doté d'une nouvelle bande spectrale pour une précision accrue, ce petit satellite de 180 kg s'est envolé depuis Kourou à bord de Vega-C et a bénéficié d'un soutien de l'UK Space Agency ainsi que de la Commission européenne. Complétant les missions japonaise GOSAT et américaine OCO-2, MicroCarb ouvre également la voie à la future constellation européenne de Copernicus, CO2M. Une nouvelle étape pour mieux observer depuis l'espace l'un des contributeurs majeurs du changement climatique.



## Une alliance spatiale mondiale au chevet des océans

————— Lancée en juin à Nice à l'occasion de la conférence des Nations unies sur l'océan, l'initiative Space4Ocean Alliance concrétise plus d'un an de mobilisation pilotée par le CNES. La principale ambition de l'Alliance est de mieux articuler les domaines spatial et maritime. Les enjeux sont multiples, allant de la surveillance des océans au développement de services liés à la pollution, aux ressources halieutiques et aux aires marines protégées. Il s'agit en particulier de soutenir les pays en développement et les États insulaires, qui sont particulièrement confrontés aux défis liés au côtier océanographique sans disposer de compétences spatiales. Rassemblant agences spatiales, institutions scientifiques, organisations internationales et acteurs onusiens, cette coalition compte déjà plus de 20 signataires.

# SWOT,

## la Terre au fil de l'eau

Depuis son lancement fin 2022, le satellite SWOT dépasse toutes les attentes. Dédié à la topographie des eaux de surface, il permet de cartographier les océans et l'hydrologie continentale avec une finesse inédite. Développée par le CNES et la NASA, avec des contributions du Royaume-Uni et du Canada, la mission se révèle capable de détecter des tourbillons de quelques kilomètres et des canaux d'irrigation de moins de 100 m, avec une précision verticale pouvant atteindre 20 cm. Les données, initialement réservées à une communauté scientifique restreinte, sont librement accessibles depuis juin 2024 via les plateformes hydroweb.next (hydrologie) et AVISO (océanographie). Chercheurs, industriels et collectivités s'en emparent, que ce soit pour la prévision océanique ou l'adaptation au changement climatique.



## Changement climatique : pas que du cinéma !

Depuis les années 2000, les dérèglements climatiques sont devenus un objet cinématographique. Si les scénarios de ces films catastrophe ou d'apocalypse climatique pouvaient paraître improbables par le passé, ils contiennent des éléments sinon probables, au moins possibles.



\_\_\_\_\_ Dans **Don't Look Up** : **déni cosmique**, une comète géante fonce sur la Terre. En six mois, cette collision va provoquer l'extinction de l'humanité : c'est la découverte des scientifiques, incarnés par Leonardo DiCaprio

et Jennifer Lawrence, dans le long-métrage d'Adam McKay, sorti sur Netflix en 2021. Le duo tente d'alerter coûte que coûte sur la catastrophe à venir, mais se heurte au déni et au sarcasme des décideurs politiques, des médias et des citoyens. Ce film a remis sur le devant de la scène la réflexion autour de la place de la parole scientifique sur le changement climatique dans nos sociétés. « *Ce film est*

*incontestablement une métaphore puissante de la crise climatique en cours* », observait le climatologue Michael E. Mann dans une interview accordée au journal *Le Monde*. Dans les pages de *Ouest-France*, son confrère Jean Jouzel déplore « *que les scientifiques n'aient pas été crus plus tôt sur le climat* ».

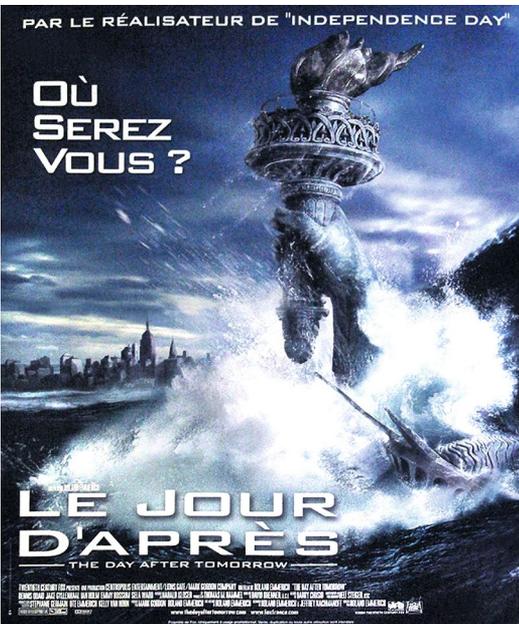
### Vague climatodénialiste

La parole scientifique se heurte en effet de plus en plus au climatoscepticisme, amplifié par les réseaux sociaux, une partie de la sphère médiatique et l'instabilité politique.

Le 6<sup>e</sup> rapport du GIEC (2023) est pourtant sans appel : dans tous les scénarios d'émissions, le réchauffement de la planète atteindra 1,5 °C dès le début des années 2030. Vagues de chaleur, précipitations extrêmes, sécheresses, montées des eaux. Les risques climatiques vont s'aggraver et se multiplier. Leur gestion a devenir plus complexe. Des projections climatiques qui ne sont pas sans rappeler le scénario catastrophe du *Jour d'après* (2004), réalisé par Roland Emmerich. Dans ce film, un climatologue tente d'alerter sur ce dérèglement climatique brutal qui sème le chaos à l'échelle mondiale. Tokyo sous un déluge de grêlons géants, New York engloutie par les eaux, l'hémisphère nord plongé dans une ère glaciaire. Si ce film a essuyé des critiques pour ses exagérations, son contenu trouve aujourd'hui un écho inquiétant dans les découvertes scientifiques. Et pour cause : en 2024, des chercheurs néerlandais ont mis en avant l'hypothèse de la disparition de l'Amoc, l'un des principaux courants océaniques présents sur la Terre, qui provoquerait un refroidissement des températures en Europe du Nord de l'ordre de - 2 °C à - 3 °C.



Pour lire  
la version longue  
de l'article.



### Alerter sur les changements globaux

Si la pertinence scientifique et la plausibilité de certains scénarios laissent à désirer, ces œuvres cinématographiques ont le mérite d'alerter sur l'urgence climatique. Un défi majeur qui appelle une prise de conscience collective et une volonté politique forte. Comment se préparer à ce monde qui change ? Quelles stratégies d'adaptation mettre en place pour une meilleure anticipation et gestion des risques ?

## Décryptage

**Laurence Monnoyer-Smith,**  
DIRECTRICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE AU CNES



## « Il faut combattre les contrevérités »

### Une Terre qui ne serait plus habitable, est-ce plausible ?

Ce type de scénario catastrophe, certaines populations le vivent déjà. Des zones connaissent des chaleurs et des épisodes pluvieux extrêmes, une augmentation des typhons... Nous sommes nombreux à avoir l'impression d'être quelque part entre *Don't Look Up* et *Black Mirror*. La projection de situation de d'ici à la fin du siècle (+ 4 °C) est extrêmement préoccupante.

### Quels sont les dangers du climatodénialisme ?

Cette propagande antiscientifique peut prendre des formes très idéologiques et enfermer les populations dans des rejets forts de la science sur le temps long. Dans ce contexte, les organismes nationaux de recherche qui ont accès aux recherches de pointe doivent plus que jamais les partager et combattre ces contrevérités.

### Quel rôle la filière spatiale doit-elle jouer dans l'adaptation au changement climatique ?

Un rôle multiple via différents leviers. SWOT surveille les réserves d'eau sur la planète, Biomass suit l'état de la biomasse, des sols et des stress hydriques. L'utilisation des données d'observation de la Terre permet d'aider les territoires dans leur stratégie d'adaptation. Enfin, le SCO (Space for Climate Observatory) et Connect by CNES fournissent des outils pour surveiller les impacts du changement climatique.

# JÉRÔME CHAVE

Directeur de recherche au Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement du CNRS



**« Les satellites aident à mieux comprendre l'état des forêts »**

Jérôme Chave étudie l'état des écosystèmes forestiers et leur réponse aux changements climatiques. Ses recherches s'appuient sur la télédétection spatiale pour quantifier la biomasse, cette matière organique riche en carbone contenue dans les forêts de la planète.

## « Les satellites sont des “yeux dans le ciel” extrêmement précieux qui nous permettent d’être plus réactifs »

### Comment nos forêts s’adaptent-elles au changement climatique ?

De nombreuses essences d’arbres ne sont pas capables de répondre au changement climatique à l’intensité à laquelle il se présente actuellement. Cela signifie qu’il peut y avoir des phénomènes de surmortalité assez massifs à l’échelle globale pour ces essences d’arbres, mais aussi pour les espèces d’animaux qui vivent dans ces écosystèmes. Par ailleurs, sous l’effet du réchauffement climatique, les feux de forêts vont s’intensifier. Sur le long terme, cela affaiblit la capacité de la biosphère à stocker du carbone.

### Quels sont les apports des satellites pour les protéger ?

Les satellites peuvent faciliter l’action publique et privée pour la gestion des forêts en aidant à mieux comprendre leur localisation et leur état. C’est un apport extraordinaire, parce les outils embarqués à bord des satellites offrent une vision globale et quasiment en temps réel des forêts. Ce sont des “yeux dans le ciel” extrêmement précieux qui nous permettent d’être plus réactifs. Je pense notamment au satellite Biomass, lancé en avril 2025. Il va cartographier les stocks de carbone forestiers à l’échelle globale à une résolution de 200 mètres sur toute la Terre, en particulier sous les tropiques. C’est une technologie révolutionnaire. Elle suscite l’effervescence au sein de la communauté scientifique qui aura bientôt ces données à disposition.

### Vous coordonnez GEO-TREES, réseau mondial d’inventaires forestiers pour valider ces données satellitaires. En quoi votre travail de terrain est-il crucial pour estimer le carbone stocké ?

La mesure de la biomasse se concrétise sur le terrain. On ne comprend pas grand-chose de

ces écosystèmes si on ne les observe pas directement. L’objectif de GEO-TREES est de récolter des données sur une centaine de sites représentatifs des forêts du monde, pour avoir une idée de la diversité des paysages forestiers. Ces données vont nous permettre de valider précisément les informations transmises par le satellite Biomass. C’est un projet très ambitieux qui implique de nombreux pays et est fortement soutenu par le CNES.

### Quels sont les différents types de forêts étudiés sur le globe ?

À l’échelle mondiale, la variété des forêts est extraordinaire : il y a des forêts plus ou moins humides, plus ou moins riches en biodiversité, plus ou moins fermées en termes d’ouverture de la canopée. En Guyane française, la forêt tropicale est l’une des mieux protégées de la forêt amazonienne. Dans le cadre de GEO-TREES, nous l’étudions sur deux stations de recherche : Paracou et les Nouragues. Nous y menons des projets de recherche de suivi des forêts, des arbres, de leur croissance, de leur mortalité, de leur réponse au changement climatique, mais aussi de toutes les formes de vie dans cet écosystème. Mais les forêts d’Europe et les forêts boréales sont tout aussi importantes.

### Comment faire cohabiter le temps de la recherche scientifique et l’urgence climatique ?

L’urgence climatique est une réalité. La communauté scientifique doit être en mesure de répondre aux enjeux environnementaux qui prennent une si grande



## « Il faut continuer à appuyer la rigueur scientifique, penser les enjeux globaux à l'échelle globale et dans leur dimension sociale »

importance sociétale. Cependant, il existe un conflit temporel entre l'acquisition de connaissances fiables et rigoureuses, ancrée dans un temps long, et le temps de la décision et du politique. Une autre dimension du problème est qu'aujourd'hui, la science et la technologie apportent des diagnostics, mais pas immédiatement des solutions. Nous sommes soucieux de comprendre ces réalités d'un point de vue scientifique, mais aussi d'un point de vue citoyen et d'être humain sur Terre.

### \_\_\_\_\_ Dans un contexte géopolitique où la science est attaquée et entravée, quels sont les risques pour les sciences du climat, la communauté scientifique et nos sociétés ?

Casser le thermomètre pour nier le problème du changement climatique n'est pas une stratégie à long terme, ni une approche qui fait sens politiquement.

#### **Depuis 2006**

Directeur scientifique de la station écologique des Nouragues (Guyane française)

#### **Depuis 2010**

Responsable scientifique et technique du LabEx CEBA (Centre d'Étude de la Biodiversité Amazonienne)

#### **2014**

Membre de l'Academia Europaea

#### **Depuis 2022**

Coordinateur du programme GEO-TREES

#### **2023**

Membre de l'Académie des Sciences

Les « vents contraires » ont toujours existé en science. Il faut continuer à appuyer la rigueur scientifique, penser les enjeux globaux à l'échelle globale et dans leur dimension sociale. Cela inclut de ne pas ignorer les enjeux de justice climatique. L'Europe et l'Amérique du Nord ont une responsabilité historique importante, car ils sont devenus riches en émettant de grandes quantités de gaz à effet de serre. Ce faisant, les inégalités structurelles et sociales ont augmenté. Aujourd'hui, les communautés les plus vulnérables aux changements climatiques sont celles qui n'ont pas bénéficié de la croissance économique.

### \_\_\_\_\_ Comment réagissez-vous face à la désinformation sur le climat, propagée sur les réseaux sociaux, par certains médias et politiques ?

Les mouvements de dénégation autour du changement climatique sont motivés politiquement. Il faut prendre la parole en tant que citoyen pour rappeler que le changement climatique est une réalité qui est déjà importante pour l'ensemble des habitants de cette Terre. Sur le plan scientifique, les travaux du GIEC démontrent sans ambiguïté la véracité du changement climatique. Cependant, le rôle du chercheur n'est pas celui d'un démiurge, il doit parfois être capable de démontrer que la science a ses limites.



## Feux de forêt et services du futur

\_\_\_\_\_ Lancé en 2022, l'appel à manifestation d'intérêt Ambition Aval du CNES a permis de sélectionner huit projets. Parmi eux, deux portent sur les feux de forêt et préparent l'usage des nouveaux capteurs CO3D et Trishna : JUFEO (Thales) est dédié à la détection des conditions propices aux départs de feu et à leur propagation, SEVERI 3D (Sertit-Descartes Underwriting) contribuera à évaluer les impacts post-incendie.

## Hydr'Avatar, le jumeau numérique des rivières

\_\_\_\_\_ Débit, perméabilité des sols, gestion des crues... Porté par un consortium français piloté par l'entreprise Hydro Matters avec l'Inrae et le CNRS, Hydr'Avatar modélise le comportement des cours d'eau en 2D et 3D. Objectif : créer un jumeau numérique des systèmes hydrographiques pour simuler les crues et aider les aménageurs à anticiper les inondations. Lauréat d'un appel d'offres de l'ESA, le projet est soutenu par le CNES, qui aide les partenaires à transformer les données issues des satellites en informations utilisables pour la gestion des territoires.



## GEODES : la donnée spatiale à portée de clic

Inaugurée fin 2024, GEODES est la nouvelle plateforme du CNES pour l'accès aux données d'observation de la Terre. Elle centralise les données des satellites du CNES et du programme Copernicus, facilitant leur exploration et leur utilisation. Interconnectée avec l'infrastructure de recherche nationale Data Terra, GEODES propose des services avancés : visualisation, téléchargement, traitements à la demande ou interactifs. Collectivités, chercheurs et acteurs publics ou privés peuvent ainsi manipuler les données pour en tirer des informations utiles ou pour développer de nouvelles applications en lien notamment avec les programmes Aval portés par le CNES (Ambition Aval, SCO, France 2030, FP-CUP, voir dossier p. 18). <https://geodes.cnes.fr>

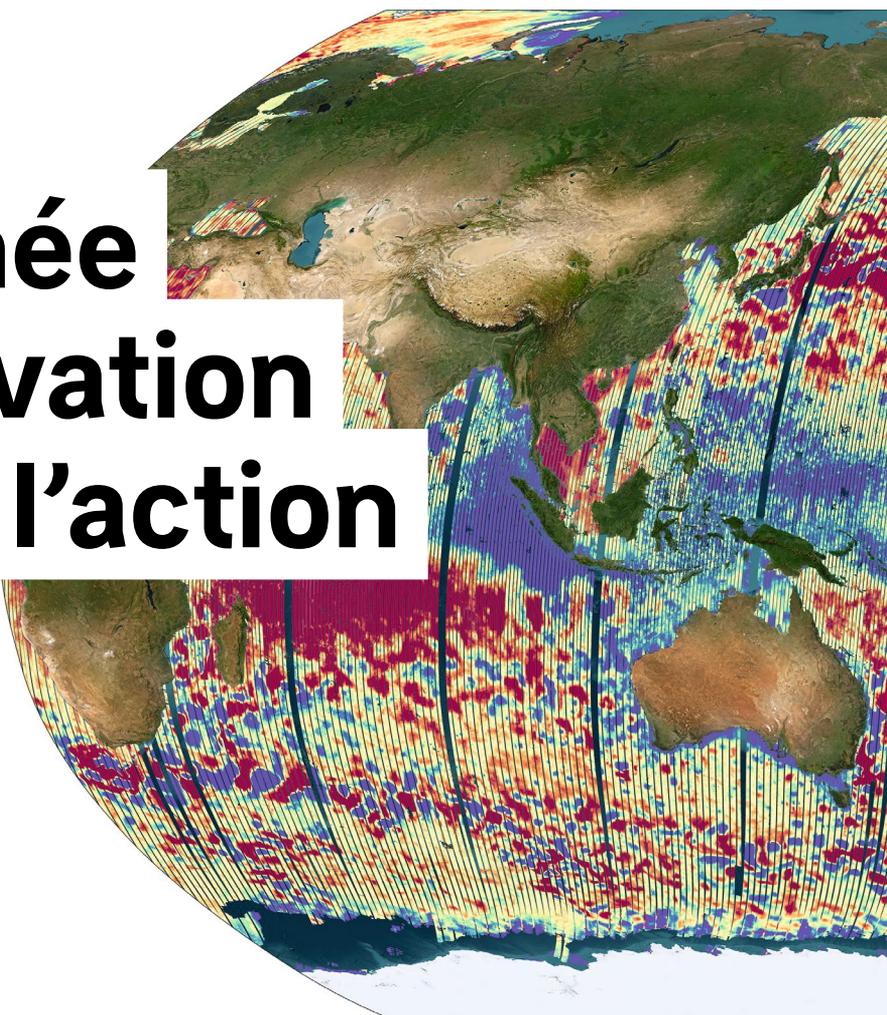
## 993 activations

Depuis 2000, la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures » a été activée 993 fois dans 144 pays<sup>1</sup>. Les événements d'origine climatique dominant : inondations, tempêtes, feux de forêt... Ils représentent aujourd'hui 79 % des activations, contre 60 % il y a dix ans.

1. En date du 27/08/2025.

# La donnée d'observation passe à l'action

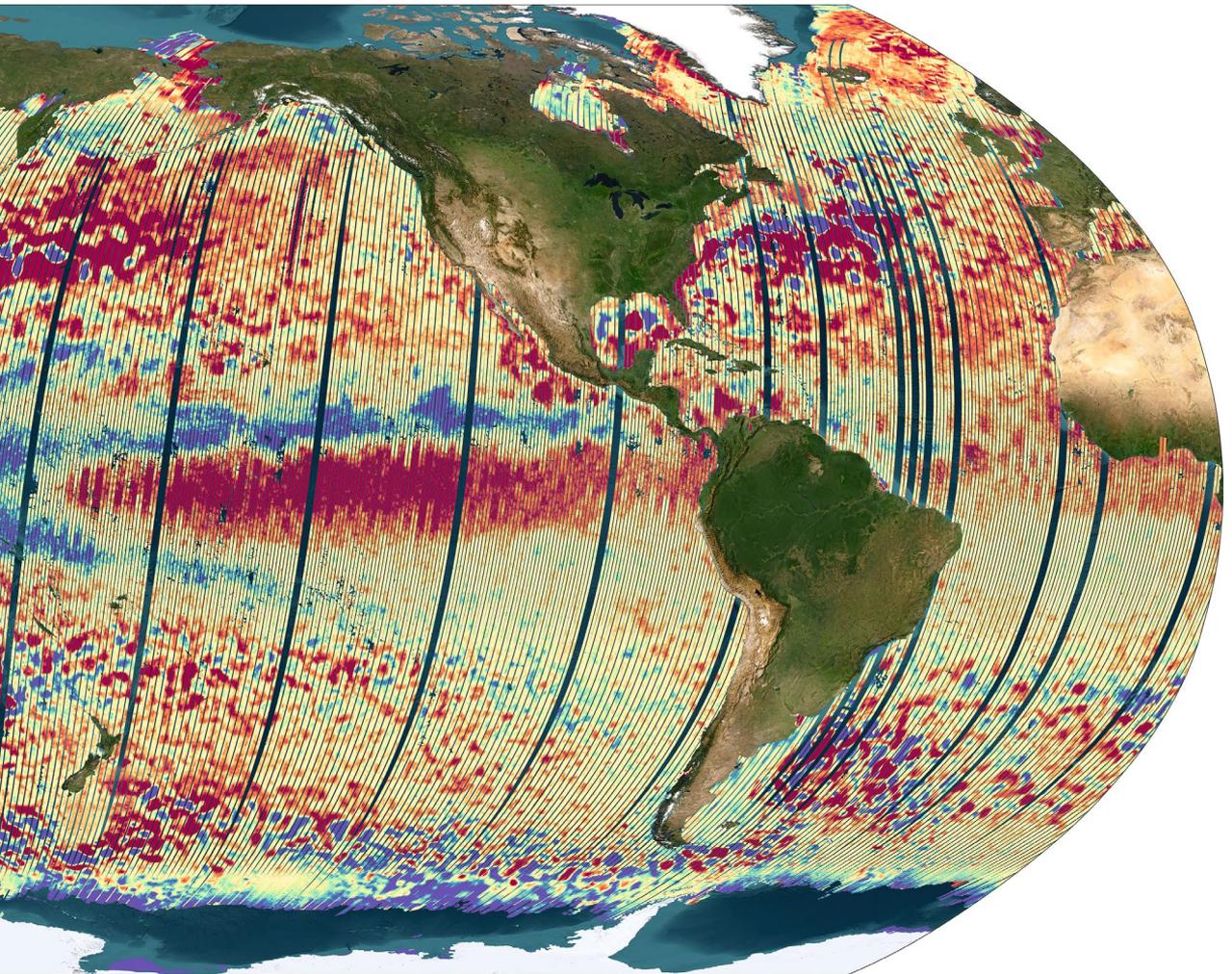
À l'heure où les besoins des territoires et des acteurs économiques s'intensifient, le CNES fait évoluer l'usage des données spatiales. Mesure, modélisation, anticipation : ces données se transforment en outils concrets au service des utilisateurs, pour relever les défis climatiques, industriels et géopolitiques.



Inondations à Porto Alegre en mai 2024 vues par le satellite Pléiades.

## Comprendre les grands équilibres de la planète, anticiper leurs évolutions, agir sur les territoires :

depuis plus de soixante ans, le CNES conçoit les chaînes de données spatiales qui rendent cela possible. Il y a dix ans encore, l'objectif premier était de nourrir la recherche. Mais la demande a changé d'échelle. Ministères, agences et opérateurs de l'État, collectivités, assureurs, énergéticiens : les sollicitations ne viennent plus seulement de la science, elles émanent désormais du terrain et appellent des réponses lisibles, comparables, conjugables avec d'autres sources.



Topographie océanique mesurée par le satellite SWOT en novembre 2023.

Cette bascule suppose un repositionnement profond. « Notre rôle est d'assurer la cohérence entre des programmes portés par des attentes très différentes, entre recherche scientifique, usages immédiats et anticipation des mutations à venir, explique Pascale Ultré-Guéraud, directrice adjointe à la stratégie. Le CNES agit comme architecte de cette chaîne, de la conception des missions à la structuration des usages. Il met en relation chercheurs, ingénieurs, industriels et utilisateurs finaux pour faire émerger des services fondés sur la donnée spatiale. » L'exemple de SWOT est emblématique. Conçue avec la NASA pour ana-

lyser notamment le cycle de l'eau sur Terre, la mission repose sur un instrument développé pour la recherche. Dès ses prémices, le CNES a engagé un programme d'appropriation – SWOT Aval – pour sensibiliser les acteurs de l'eau à ces données complexes mais riches de promesses. Hydrologie, réserves, irrigation, trait de côte : les premières applications se déploient et une filière s'organise, avec des acteurs comme le consortium HydroVenture, véritable équipe de France de l'hydrologie spatiale, ou la société BWI, issue d'Hemeria, qui développe une constellation complémentaire d'altimétrie.



Le satellite SWOT avant son lancement en décembre 2022.

### Dix démonstrateurs pour demain

Cette logique d'anticipation irrigue aussi les projets menés dans le cadre de France 2030, dont le CNES est opérateur. Dix démonstrateurs sont aujourd'hui en cours de développement dans des domaines aussi variés que la surveillance maritime, la gestion des écosystèmes littoraux, la prévention des feux de forêts ou l'agriculture de précision. L'un d'eux s'attaque à un enjeu inédit : construire des indicateurs économiques à partir de données spatiales croisées avec des séries météorologiques, agricoles et socio-économiques. L'objectif : mieux suivre l'évolution de l'activité, détecter précocement les ruptures, estimer leurs impacts et les délais de reprise avec une granularité inédite. À mesure que les cas d'usage se précisent, la démarche évolue. « France 2030 est l'opportunité de démontrer

*l'utilité de l'outil spatial au-delà de ses usages traditionnels », estime Laurent Boissard, sous-directeur Missions et Données d'observation de la Terre au CNES. De nouveaux ministères – Intérieur, Transition écologique – rejoignent les discussions. Le CNES collabore aussi avec des opérateurs publics, des régions et des acteurs de la sécurité civile sur des services à fort ancrage territorial : cartographie post-catastrophe, dynamique des zones côtières, détection précoce des crues ou suivi des pratiques agricoles à large échelle. Pour intensifier la dynamique, le CNES mise sur les logiques d'écosystème. « Depuis 2018, le programme Connect by CNES va au contact d'acteurs économiques, d'acteurs publics ou de collectivités pour tester, avec eux, des cas d'usage concrets qu'ils n'auraient jamais imaginé possibles avec le spatial », souligne Céline Angelelis, directrice adjointe Écosystème au CNES. Autour de lui gravitent les laboratoires du Campus de la donnée, dont le Lab'OT, les outils d'animation scientifique et les dispositifs d'accompagnement aval des missions. Mais ces avancées s'inscrivent dans un paysage instable. La mission AOS<sup>1</sup> conçue avec la NASA, pour n'en citer qu'une, reste suspendue à des décisions politiques. « Si l'Europe veut maintenir une observation globale de qualité, elle devra en assumer la continuité scientifique et technique. Dans ce contexte, le CNES apparaît comme force de proposition, à la croisée des enjeux climatiques et industriels dans un contexte international complexe », conclut Pascale Ultré-Guéard.*

1. AOS (Atmosphere Observing System) : mission internationale d'observation de l'atmosphère.

### IASI-NG, au cœur des prévisions de demain

\_\_\_\_\_ Pour mieux prévoir le temps et suivre le climat, il faut scruter l'atmosphère couche par couche. IASI-NG, développé par le CNES pour EUMETSAT et Météo-France, mesurera plus de 100 paramètres à bord de trois satellites MetOp-SG. Le premier lancement est prévu en 2025.





Simulation de modèle numérique de surface (MNS) CO3D sur la ville de Nice.

## Une chaîne d'expertises au service de la donnée spatiale

Au CNES, une entité regroupe l'essentiel des expertises techniques nécessaires au traitement des données spatiales. Son nom : le Campus de la donnée.

# 16

**C'est le nombre de collaborateurs**

du Lab'OT, le centre d'expertises du CNES dédié aux données et technologies d'observation de la Terre par satellite.

— Ici, une centaine de collaborateurs transforme la donnée brute issue des missions en « produits » de haute qualité, adaptés aux besoins des politiques publiques, de la recherche et de l'innovation. Le Campus collabore étroitement avec de nombreux laboratoires de recherche. Ensemble, ils créent une synergie unique pour imaginer de nouveaux usages et répondre aux défis climatiques et environnemen-





Le Campus de la donnée réunit des experts en traitement et valorisation des données spatiales.

taux. Un laboratoire, 100 % CNES celui-ci, complète cet écosystème : le Lab'OT. Cette équipe de 16 personnes se consacre à lever les verrous techniques qui freinent l'usage des données d'observation de la Terre. Véritable catalyseur, le Lab'OT mobilise son expertise pour transformer les besoins en solutions concrètes, en allant au-devant des acteurs publics, des entreprises et des scientifiques qui souhaitent intégrer les données spatiales dans leurs projets. Actuellement, le Lab'OT mène par exemple des travaux sur la modélisation 3D des zones côtières et l'utilisation de l'intelligence artificielle pour détecter les bâtiments détruits après une catastrophe. De plus, ce laboratoire est l'expert technique des programmes Connect by CNES et Ambition Aval. Le premier facilite la structuration de services autour de la donnée spatiale par les acteurs de terrain – de la start-up au grand groupe en passant par les collectivités, en particulier pour des projets à forte dimension climatique ou environnementale, mais aussi pour des initiatives à visée économique. Pour sa part, Ambition Aval vise à anticiper l'arrivée des missions comme CO3D ou Trishna en encourageant la préfiguration de nouvelles applications qui pourront exploiter les futures données dès que celles-ci seront disponibles.

## Des données toujours plus intelligentes

Ces dernières années, le secteur spatial vit une révolution numérique inédite : volumes de données en explosion, capacités de traitement multipliées grâce à l'intelligence artificielle. Celle-ci permet de décrire des situations en modélisant de manière simplifiée des modèles physiques complexes, de prévoir des évolutions à court terme et de réaliser des projections à long terme. Deux projets emblématiques au CNES : AI4Geo, qui produit des cartographies 3D enrichies d'informations pour l'urbanisme et la gestion des ressources, et FloodML, qui détecte et surveille les inondations, via la production d'une cartographie rapide à partir d'images satellites et d'algorithmes d'apprentissage automatique<sup>1</sup>.

1. Techniques permettant à un système informatique d'apprendre à effectuer une tâche à partir de données sans être programmé pour chaque cas particulier.

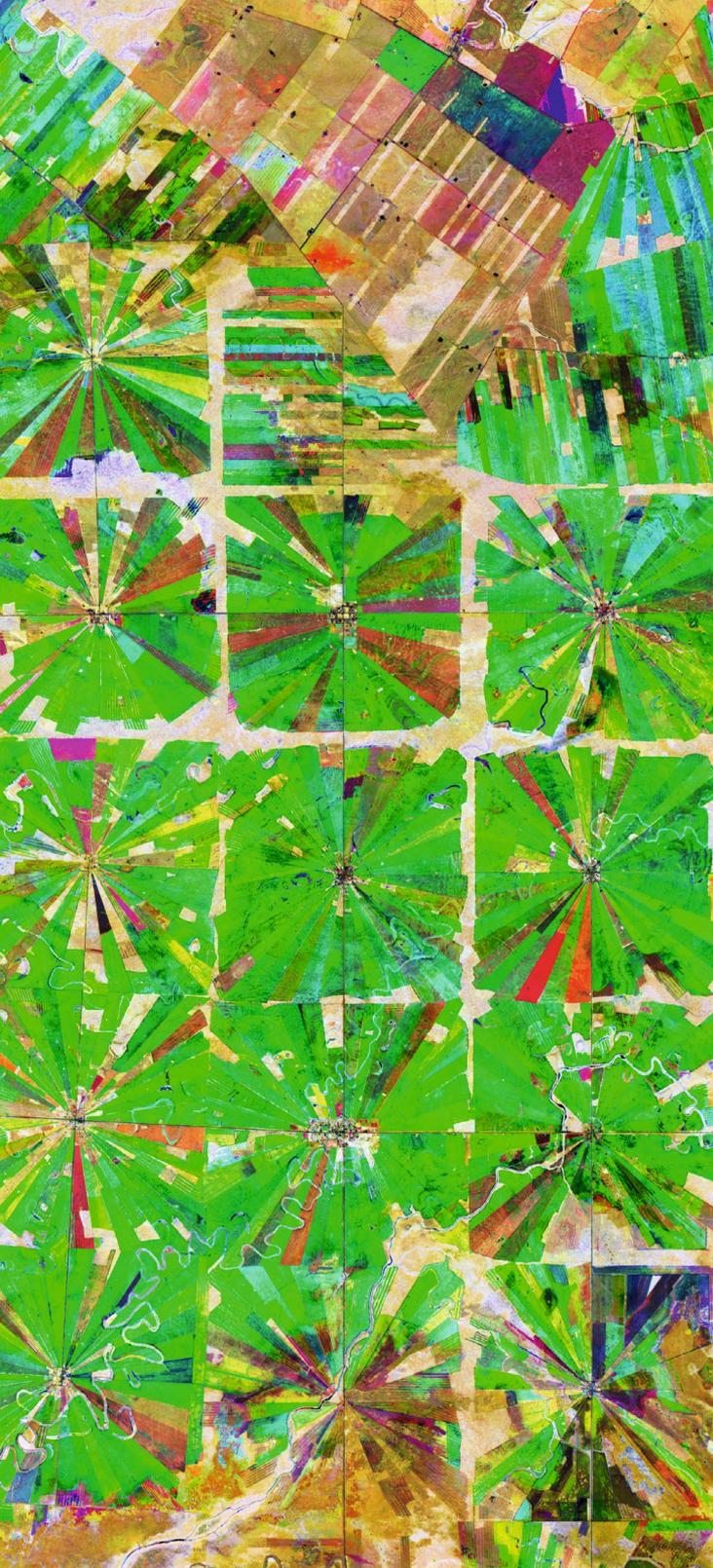


Image satellite de Sentinel-2 montrant la déforestation à des fins agricoles en Bolivie.

## Le SCO, un moteur pour l'adaptation climatique

À l'initiative de la France et du CNES, le SCO (Space for Climate Observatory) est devenu une alliance internationale incontournable, qui illustre la force de la coopération spatiale face aux défis climatiques.

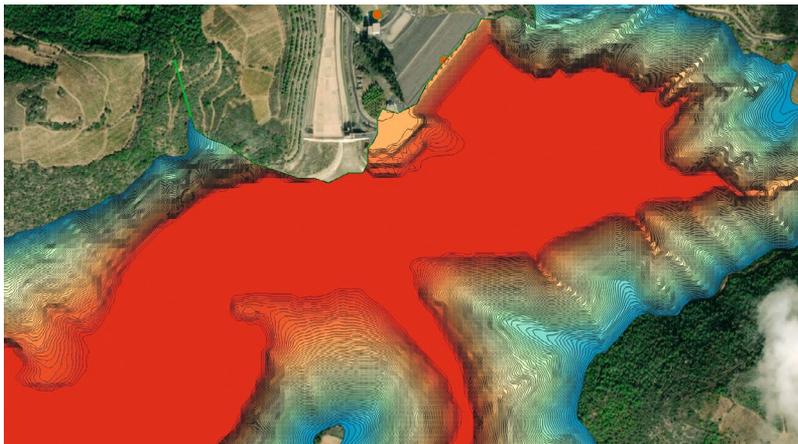
————— **Décembre 2017** : Emmanuel Macron réunit 50 chefs d'État à Paris pour un One Planet Summit qui doit faire émerger de nouvelles pistes contre le changement climatique. À la clé, 12 engagements internationaux, dont la création d'un Observatoire spatial pour le climat. « Cette initiative, portée par la France et le CNES, visait à bâtir un réseau fédérant agences spatiales, acteurs académiques et entreprises autour du développement d'outils de compréhension et d'adaptation au changement climatique, adossés aux données d'observation de la Terre », explique Frédéric

### TropiSCO, sentinelle de la déforestation

————— Développée dans le cadre du SCO sur la base d'un projet de recherche du CESBIO, la plateforme TropiSCO s'appuie sur les images de Sentinel-1 pour fournir une carte hebdomadaire de la déforestation aux acteurs locaux de sept pays : Guyane française, Suriname, Guyana, Gabon, Vietnam, Laos, Cambodge. Accessible gratuitement sur [Tropisco.org](https://tropisco.org), elle permet de retracer l'évolution des pertes de couverture forestière depuis 2018 et avec une précision de 10 m.

**84**

**PROJETS**  
**ont déjà été**  
**initiés dans**  
**le cadre du**  
**SCO français.**



Modèles numériques d'élévation (MNE) du projet StockWater pour la surveillance des volumes des réservoirs hydrauliques.

Bretar, responsable du projet SCO pour le CNES. Dix-huit mois plus tard, l'alliance internationale SCO était officiellement lancée lors du salon du Bourget.

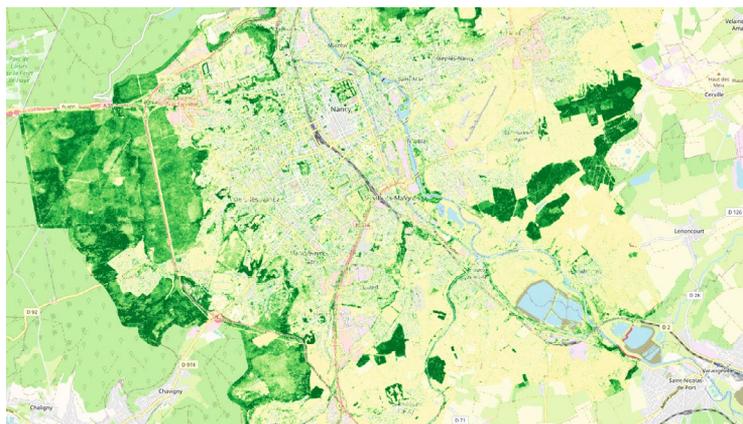
Depuis, chaque pays membre de l'alliance développe son propre réseau en mobilisant acteurs académiques, entreprises, associations et pouvoirs publics. Pionnier, le SCO français est foisonnant, avec 400 acteurs embarqués, 84 projets lancés et 38 déjà menés à leur terme. « Chaque année, un appel à projets est lancé, poursuit Frédéric Bretar. Nous recevons entre 20 et 30 propositions à chaque édition, pour 10 à 15 dossiers retenus. Certains bénéficient d'un soutien financier du CNES, qui peut également apporter une expertise technique ou une aide à l'accès aux données. La majorité des projets durent deux ans, ce qui favorise des résultats tangibles et éprouvés sur le plan scientifique et permet d'envisager une industrialisation rapide. »

Parmi les projets emblématiques du SCO France, on trouve SESAM, centré sur la modélisation des bancs d'algues sargasse, Greenspace, qui vise à optimiser l'implantation des essences d'arbres dans les villes en prévision de l'évolution du climat, ou encore StockWater, pour la surveillance mondiale des réservoirs des barrages hydrauliques.

« Grâce à la forte implication technique d'un ingénieur du CNES, StockWater est devenu un service opérationnel, qui suit quotidiennement 300 retenues d'eau du territoire français. »

Progressivement, le SCO est devenu une vaste

communauté internationale et sa Charte, signée en 2022, fédère désormais 54 signataires, dont 30 pays et six organisations internationales. Des SCO nationaux se structurent en Chine, en Afrique du Sud, au Gabon, au Royaume-Uni, en Slovaquie et en Suède. « 123 projets ont été labellisés sur des sujets qui vont de l'adaptation urbaine à l'anticipation des catastrophes naturelles en passant par la biodiversité et l'usage des sols », ajoute Frédéric Bretar. Chaque nouvelle initiative locale souligne à quel point l'observation de la Terre peut changer la donne pour les territoires du monde entier – et laisse entrevoir un avenir où la coopération internationale et l'innovation technique se conjuguent pour relever les défis climatiques.



Observation de la végétation de la métropole du Grand Nancy par le projet Green Urban Sat.

# Quand science et observation ne font qu'un

———— **L'observation de la Terre** depuis l'espace joue un rôle essentiel pour comprendre et anticiper le changement climatique. « *Il est impossible de s'adapter efficacement sans s'appuyer sur une science rigoureuse, fondée sur des données fiables et partagées par la communauté scientifique* », souligne Selma Cherchali, sous-directrice Étude et Observation de la Terre au CNES. Les données spatiales – optiques, radar, lidar – combinées aux relevés *in situ* et à la modélisation offrent des indicateurs fiables et actualisés pour distinguer la variabilité naturelle des tendances liées aux activités humaines.

## **Assurer la continuité des observations est crucial.**

Véritables vigies de la Terre, les satellites exploratoires comme SWOT, Pléiades et bientôt MicroCarb et Trishna permettent de préparer les missions opérationnelles de demain qui garantiront cette continuité à long terme. Ces données, d'une grande précision, servent de fondement aux modèles climatiques qui permettent de simuler différents scénarios d'évolution. « *Pour concevoir des solutions d'adaptation pertinentes à l'échelle de chaque territoire, il est essentiel de disposer de mesures régulières et de modèles constamment ajustés, validés et actualisés améliorant notre compréhension des processus clés du système Terre* », précise Selma Cherchali.

## **Le CNES contribue à cette dynamique internationale**

en fournissant des données qui répondent aux besoins définis par le programme GCOS (Global Climate Observing System), lequel a identifié 55 variables climatiques essentielles, dont une large part est issue de l'observation spatiale. Ces contributions s'appuient sur un dialogue constant avec la communauté scientifique, à travers des séminaires prospectifs et des comités spécialisés, pour orienter les futures missions et combler les lacunes dans les observations. « *Dans un contexte de dérèglement climatique global, la poursuite des investissements par la France et l'Europe dans des systèmes d'observation éprouvés, interopérables et validés par la communauté scientifique est indispensable au pilotage éclairé des politiques d'adaptation* », conclut Selma Cherchali.

## Un séminaire pour l'avenir

———— En octobre 2024, le Séminaire de prospective scientifique (SPS) du CNES s'est tenu à Saint-Malo. S'appuyant sur les travaux du comité Tosca (Terre, Océan, Surfaces Continentales, Atmosphère), il a permis de définir les priorités pour l'avenir de la recherche spatiale en matière d'observation de la Terre : compréhension des cycles climatiques, étude de la vulnérabilité aux changements globaux, relations entre la Terre interne et ses enveloppes, jumeaux numériques... Ces axes nourriront les réflexions du comité des programmes scientifiques du CNES.



L'ouragan Dorian (2019) vu de l'espace.

# Retour vers le futur

Le podcast  
des Mardis  
de l'Espace



## Les satellites au secours des populations sinistrées

**Depuis un quart de siècle, la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures » mobilise des satellites pour aider les secours sur le terrain. Un outil solidaire décisif, à l'heure où les aléas climatiques gagnent en intensité.**



Avant/après le cyclone Hidaya à Mayotte, vue satellite de Mamoudzou.

### REPÈRES

#### Juillet 1999

L'ESA et le CNES émettent l'idée d'un dispositif de solidarité internationale

#### Novembre 2000

Démarrage opérationnel de la Charte

#### 2012

Introduction de l'accès universel

qui permet à tous les pays du monde de déclencher la Charte

#### 2017

La Charte remporte le prix William Thomas Pecora, qui récompense chaque année une contribution exceptionnelle à l'observation de la Terre depuis l'espace

#### 2025

25<sup>e</sup> anniversaire de la Charte

### — Au départ, c'est une idée simple :

quand une catastrophe survient, pourquoi ne pas partager les images satellites disponibles pour aider les secours à mieux comprendre la situation ?

L'ESA et le CNES jettent les bases de cette solidarité spatiale en 1999. L'année suivante, la Charte internationale « Espace et catastrophes majeures » devient pleinement opérationnelle, activable gratuitement par tout pays ou organisation autorisés.

Peu à peu, les activations changent de nature.

Aux tremblements de terre et aux éruptions volcaniques s'ajoutent de plus en plus des catastrophes déclenchées ou amplifiées par le climat : inondations, tempêtes tropicales, incendies. En 2024, la Charte est déclenchée 85 fois, un record, avec une forte majorité d'événements liés aux aléas météorologiques.

Aujourd'hui, ce sont 17 agences spatiales et huit fournisseurs de données privés qui s'engagent aux côtés des territoires sinistrés. En cas d'alerte, quelque 270 satellites peuvent être mobilisés.

Les satellites français SPOT, Pléiades et Pléiades Neo figurent parmi les fers de lance du dispositif, fournissant à eux seuls près d'un tiers des cartes de dégâts post-catastrophes.

De la demande d'activation à la réception des premières images, il ne s'écoule souvent que quelques heures. Le tout opéré par des équipes mobilisées en permanence, avec une résolution d'images satellite pouvant atteindre 30 cm. Parmi les maillons clés de cette chaîne opérationnelle figure notamment ICube-SERTIT, centre expert en cartographie rapide, partenaire du CNES, qui assure toujours un rôle moteur dans le pilotage de la Charte. À l'avenir, les avancées technologiques renforceront encore l'utilité de la Charte : l'intelligence artificielle aidera à repérer plus vite les zones critiques, la 3D contribuera à estimer la profondeur des inondations, et des capteurs thermiques embarqués pourront détecter les départs de feu.



Jacques Arnould

Historien des sciences et théologien, chargé de mission pour les questions éthiques au CNES

## La maison brûle

**En maîtrisant la verticalité spatiale, nous avons pris en main une responsabilité inédite, à l'égard des humains tous devenus des proches comme à l'égard de nos environnements. Qu'en faisons-nous ?**

Il y a plus de trente ans déjà, Régis Debray n'hésitait pas à écrire : « *En passant des mappemondes au département électroménager des grands magasins (rayon de l'audiovisuel), la planète Terre a été à la fois miniaturisée et domestiquée. Elle peut désormais être livrée à domicile, comme un frigo ou un aspirateur.* » Le mot n'a jamais été plus vrai : alors que nos « domiciles » se réduisent désormais à nos téléphones, nous pouvons avoir accès à des masses incommensurables de données. D'où l'inévitable question : qu'en faisons-nous ? Alors qu'il contribuait à la naissance de l'aviation, Clément Ader avait forgé sa propre réponse sous la forme d'une promesse ou d'une prophétie : « *Sera maître du monde, qui sera maître de l'air.* » Nous le devinons sans difficulté : l'enjeu, le défi ou le danger résident dans la manière dont nous comprenons et gérons cette maîtrise du monde. Elle a commencé par les chemins, pentus et âpres, de la connaissance. *Ad astra per aspera*, « par des

*voies ardues jusqu'aux étoiles* », disaient les Anciens : le lancement de Spoutnik au cours de l'Année géophysique internationale a prouvé que les sciences de notre globe pourraient compter sur les techniques spatiales. Mais la question restait ouverte : qu'allions-nous faire de ce jeune savoir ? Près d'un demi-siècle plus tard, au Sommet de la Terre de Johannesburg, Jacques Chirac a malheureusement dû interpellé la communauté internationale et chacun d'entre nous en des termes cinglants : « *Notre maison brûle et nous regardons ailleurs. (...) Nous ne pourrions pas dire que nous ne savions pas.* » Entretemps, des Terriens se sont posés sur la mer de la Tranquillité et notre humanité, dans un bel élan, s'est exclamée : « *Nous avons marché sur la Lune !* » Mais qu'a fait ce « nous » en faveur d'une planète dont nous avons contemplé le lever sur l'horizon lunaire ?

Nous pouvons craindre que, tout en multipliant les « yeux » orbitant notre Terre et en accumulant d'indispensables savoirs sur elle et son état de santé, nous ayons oublié d'acquérir de nouveaux savoir-faire et, surtout, de nous armer d'une volonté commune de décider et d'agir. Or, nous ne devrions pas attendre du ciel ou d'un *deus ex machina* une aide providentielle : le sort de notre maison est bel et bien entre nos mains... si nous en avons encore !



## INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE DATA TERRA

### « Un système d'observation permanent qui prend le pouls du système Terre »

**FRÉDÉRIC HUYNH**

Directeur

Pour lire  
la version  
longue  
de l'article



« **Je suis spécialiste** des applications de la spatial pour la connaissance scientifique et l'appui aux décisions publiques », résume Frédéric Huynh, directeur de l'infrastructure de recherche nationale Data Terra. Formé à l'École Centrale en 1992, cet ingénieur se tourne rapidement vers les données spatiales pour scruter les impacts de l'évolution du climat, au service de l'adaptation des territoires. En poste à l'Institut de recherche pour le développement (IRD), il passe cinq ans en Guyane, où il dirige un laboratoire de recherche spécialisé en télédétection spatiale pour le suivi de l'environnement, des écosystèmes côtiers et forestiers. C'est là que sa route croise celle du CNES. L'ingénieur réalise aussi des études d'impact des activités du site d'Ariane 5 sur l'environnement : « *Il s'agissait de caractériser la vulnérabilité de tous les milieux qui allaient subir des perturbations liées à son exploitation.* » Avec son équipe, il met au point la première méthodologie utilisant la donnée spatiale pour mesurer la quantité de carbone stockée par un système forestier tropical. En 1999, Frédéric Huynh est nommé chargé de mission pour les affaires spatiales de l'IRD. Il pilote la mise en place de SEAS Guyane, une station de réception en temps réel des données des satellites SPOT et des radars. Un atout

majeur pour la surveillance du trait de côte, de l'orpaillage et des écosystèmes.

« *Tous ces projets ont contribué à rendre plus compréhensibles l'utilisation et l'apport de l'imagerie spatiale sur le terrain.* » À la tête de Data Terra depuis 2017, Frédéric Huynh organise un accès unifié à toutes les données récoltées *in situ* et issues de l'espace, produites par les infrastructures de recherche, laboratoires et observatoires. « *Data Terra les stocke, les distribue et développe des outils pour faciliter leur traitement* », détaille-t-il. Objectif : enrichir la connaissance des interactions entre la Terre, la biodiversité, l'océan et les sciences de l'eau (hydrosciences), soutenir les politiques publiques en France et en Europe, et affronter les grands défis climatiques. Au total, 34 organismes – dont le CNES – soutiennent Data Terra pour construire une infrastructure souveraine de données scientifiques. Un sujet stratégique, à l'heure où Donald Trump s'attaque à la science. Pour accompagner des transitions durables, ces données et l'expertise associée doivent être partagées avec la société et les acteurs publics. « *C'est une responsabilité de citoyen et de scientifique*, estime Frédéric Huynh. *En associant ces informations, Data Terra constitue un système d'observation permanent qui prend le pouls du système Terre.* »

## BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

# « Aujourd'hui, le grand défi est de passer à une vision d'adaptation »

## GONÉRI LE COZANNET

Chercheur, co-auteur du 6<sup>e</sup> rapport du GIEC et membre du Haut Conseil pour le Climat



Depuis 1993, les satellites altimétriques surveillent l'élévation du niveau de la mer en continu. Selon le 6<sup>e</sup> rapport du GIEC (2023), il a augmenté de 20 cm en moyenne dans le monde sur la période 1901-2018. « Pour les scientifiques, l'altimétrie spatiale est une donnée d'entrée pour la mesure du niveau marin, un indicateur pertinent pour l'étude du changement climatique sur le littoral et la côte », observe Gonéri Le Cozannet, ingénieur au Bureau de recherche géologique et minière (BRGM), spécialiste des risques côtiers. Formé au sein de l'école d'aérospatiale Isae-Supaéro, ce scientifique a intégré le BRGM pour travailler sur des applications de télédétection spatiale. « L'interférométrie radar

permet de détecter les petits mouvements du sol avec une précision millimétrique », explique-t-il. Une technologie utile pour étudier l'élévation relative du niveau de la mer, « qui comprend une composante climatique, mais est aussi affectée par les déformations de la surface terrestre ». Entre 2010 et 2015, il contribue au projet de recherche CÉCILE (Changements Environnementaux Côtiers : Impact de l'Élévation du niveau de la mer) porté par Anny Cazenave, chercheuse émérite au Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS), experte auprès du CNES et membre de l'Académie des sciences. « Nos méthodes de reconstruction permettaient de remonter jusqu'en 1950. Elles utilisaient, entre autres, des données spatiales ainsi que de la modélisation. » À partir de ces archives, l'équipe cartographie l'érosion dans les zones les plus touchées par la montée des eaux. Après sa thèse, Gonéri Le Cozannet se consacre au recul du trait de côte et au phénomène de submersion marine. Il élargit aussi son champ de recherche à la question de l'adaptation. Co-auteur du 6<sup>e</sup> rapport du GIEC, le scientifique intègre le Haut Conseil pour le Climat en 2024. « Le spatial peut nous aider pour le suivi de l'adaptation, mais cela nécessite de bien réfléchir à ce qu'on veut mesurer exactement. Autrement dit : quel type d'adaptation veut-on observer ? Qu'est-ce qu'on considère comme une adaptation pertinente sur le terrain ? » argumente-t-il. Une piste : identifier des « variables essentielles d'adaptation », à l'image des variables climatiques essentielles suivies par le GIEC, telles que la température de surface des océans. Selon lui, un changement de perspective s'impose : « Nous n'en sommes plus au stade où l'on peut se contenter d'observer les impacts du changement climatique. Aujourd'hui, le grand défi est de passer à l'adaptation. »



## ABSOLUT SENSING « Fournir un système de mesure des émissions de méthane »

**SÉBASTIEN DORGAN**

Directeur technique

————— **14 janvier 2025.** GEN1, le satellite de démonstration de GESat, prend son envol depuis le pas de tir de SpaceX. GESat est une constellation de nanosatellites déployée par Absolut Sensing, société spécialisée dans la détection des gaz à effet de serre (GES). « *Nous avons été sélectionnés pour fournir un système de mesure des émissions de méthane dans le cadre du programme européen Copernicus Contributing Missions* », explique son directeur technique, Sébastien Dorgan. L'ingénieur s'est formé chez Noveltis, Thales, CS Group et Capgemini. Au cours de sa carrière, il a côtoyé le CNES sur divers projets en lien avec l'étude de l'atmosphère, l'observation de la Terre ou la dynamique de vol. En 2023, ce dernier a ouvert ses salles blanches à Absolut Sensing pour tester GEN1 avant son envoi dans l'espace. « *L'algorithme qui calcule la concentration de méthane est développé en collaboration avec le laboratoire de météorologie dynamique affilié au CNES* », ajoute-t-il. Depuis la révolution industrielle, le méthane est responsable d'environ 30 % de la hausse de la température mondiale. « *C'est un GES 80 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub> en matière d'impact sur l'effet de serre* », signale-t-il. Les solutions de télé-détection et de mesure des GES d'Absolut Sensing viennent compléter les missions institutionnelles des satellites Sentinel-5P,

MicroCarb ou encore Merlin pour la surveillance de l'atmosphère. « *Il n'y a que depuis l'espace que l'on peut avoir une vision d'ensemble de la planète, d'un pays, d'un continent.* »

À cette échelle globale, l'entreprise apporte un complément sur la connaissance des phénomènes locaux. « *Notre instrument peut être utilisé pour zoomer et comprendre ce qui se passe au niveau d'un site de forage ou d'un centre de gestion des déchets* », illustre Sébastien Dorgan. Il peut aussi répondre à des questions pointues comme : comment analyser la concentration moyenne de méthane en Europe ? Quel impact a eu une régulation sur la quantité émise dans l'atmosphère ? Comment ajuster au mieux les politiques industrielles pour réduire ces émissions de méthane ? « *Fusionner toutes ces données permet de créer des archives de mesure. Plus nous aurons une compréhension longue du passé, plus nous aurons la capacité de nous projeter dans le futur* », soutient Sébastien Dorgan. En outre, le partage de données entre missions permet aussi d'ajuster au mieux les paramètres de cette technologie de mesure du méthane.

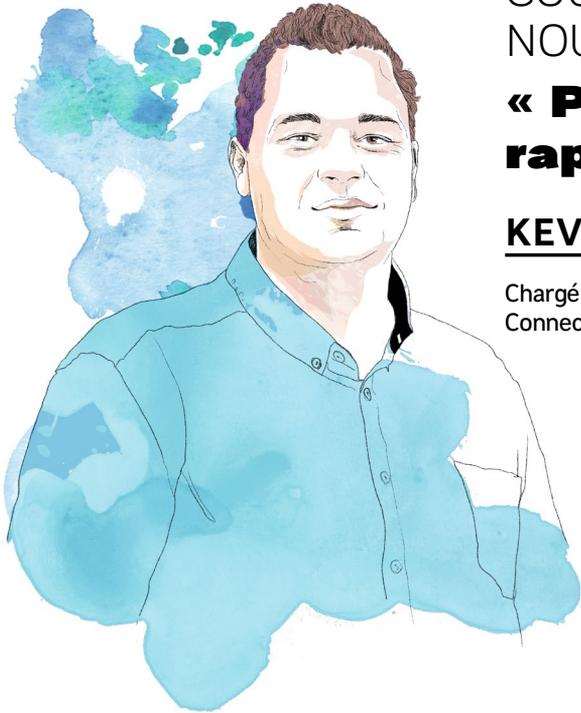
« *Le CNES s'assure de la qualité de nos données*, souligne Sébastien Dorgan. *Absolut Sensing prévoit d'envoyer 12 satellites dans l'espace d'ici à 2028.* »

## GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE

### « Prendre des décisions rapides et éclairées »

#### KEVIN DECLUDT

Chargé de projet spatial et innovation, représentant Connect by CNES en Nouvelle-Calédonie



———— **Littoral grignoté** par la montée du niveau de la mer, érosion des côtes, glissements de terrain... « *Nous avons beaucoup d'aléas climatiques à couvrir* », avertit Kevin Decludt, chargé de projet spatial et innovation au sein du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et représentant du programme Connect by CNES sur le territoire depuis 2024. « *Connect by CNES vise à promouvoir et à ouvrir les données et technologies du spatial aux entreprises, aux institutions et au monde de la recherche, explique-t-il. J'ai un rôle d'intermédiaire, de facilitateur d'échanges entre le CNES et l'écosystème local.* » Kevin Decludt connaît bien la Nouvelle-Calédonie. L'archipel l'a vu naître. Après un BTS en génie mécanique, il s'envole pour l'Hexagone, puis l'Angleterre. Armé d'un double diplôme d'ingénieur en conception numérique et innovation et d'un master of science, l'enfant du pays revient sur ses terres : « *J'avais envie de mettre ce savoir-faire au service de la Nouvelle-Calédonie.* »

Il travaille d'abord dans l'usine Koniambo Nickel SAS, puis pour des sociétés de conseil à Nouméa avant de devenir fonctionnaire du gouvernement calédonien. Ce dernier adopte en avril 2024 la « stratégie calédonienne du changement climatique », qui décline une série d'actions destinées à anticiper et à faire face aux risques de cette nature. De leur côté, pour répondre aux besoins des territoires et accompagner les décideurs dans leurs politiques d'adaptation, le CNES, la NASA et l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique pilotent SCOast-DT, un projet né dans le sillage de l'Observatoire spatial pour le climat (SCO). Objectif : évaluer les évolutions des zones côtières à partir de modélisations, de projections climatiques et grâce à des données satellites, drones et *in situ*. « *L'idée est de s'appuyer sur ces ressources partagées pour créer un jumeau numérique simulant les risques de submersion marine lors de cyclones, qui pourraient s'accroître avec la montée des eaux et le changement du littoral* », développe Kevin Decludt. Le projet intéresse le gouvernement calédonien, et une convention avec le CNES est signée jusqu'en 2026. « *Cette solution va permettre de prendre des décisions rapides et éclairées*, projette Kevin Decludt. *Depuis un an, nous avons su tisser des liens de confiance. J'espère que cette convention se poursuivra et prendra de l'ampleur pour mettre plus de spatial dans nos projets, et avoir une vision à long terme sur la Calédonie d'aujourd'hui et de demain.* »

## TAHATAI, grandir avec le SCO

De l'idée à l'essaimage, itinéraire d'un projet qui met la donnée spatiale au service de la gestion du littoral polynésien.

Face aux défis du changement climatique, la Polynésie française a lancé une démarche innovante pour surveiller et gérer ses vastes zones littorales. Labellisés par le SCO (Space for Climate Observatory), les projets TAHATAI puis TAHATAI Neo

### Un projet en quête de financements



Dans un contexte de surveillance maritime croissante, la DRM de Polynésie explore les appels à projets européens sur la thématique « mer et littoral ».

L'objectif : se doter de nouveaux outils pour surveiller ses vastes espaces maritimes et anticiper les risques à venir.

Mais la complexité des démarches freine l'aboutissement des dossiers.

La DRM se tourne alors vers Bluecham, une société de Nouméa spécialiste du traitement des données géospatiales pour l'aide à la décision environnementale. Ensemble, ils définissent les premières solutions possibles, inspirées des expériences minières calédonniennes de l'entreprise.



### Un partenaire décisif

Sur les conseils de Bluecham, la DRM postule à la labellisation SCO France pour accélérer le développement de l'outil. En s'appuyant sur les thématiques de l'Observatoire, les deux partenaires définissent deux priorités : le contrôle des activités de pêche et de perliculture, et le suivi des proliférations d'algues. Dans un premier temps, TAHATAI se concentrera sur Tahiti et l'atoll d'Arutua dans l'archipel des Tuamotu.

### Le SCO comme accélérateur



mettent les outils d'observation spatiale au service des besoins locaux. L'outil développé par Bluecham SAS croise données satellitaires (Sentinel-1, 2 et 3, Pléiades/Neo, SPOT, Unseenlabs...) et analyses avancées. Il fournit aux décideurs des informations clés :

anticipation des risques côtiers, protection de la biodiversité marine, suivi des activités humaines sur l'espace du lagon. Porté par la Direction des ressources marines (DRM) de la Polynésie française avec des partenaires français et australiens,

ce projet illustre parfaitement la mission du SCO : fournir des outils concrets pour comprendre et atténuer les impacts du changement climatique à l'échelle locale.

## Les eaux et les bateaux sous bonne garde



Avec le soutien technique des ingénieurs du CNES, les nouveaux outils rejoignent la plateforme de Bluecham et sont opérationnels depuis 2022. L'interface permet de suivre l'évolution de la qualité des eaux et de la pression anthropique sur le littoral et le milieu lagunaire grâce, notamment, à la détection automatique des bateaux.

Face au bon accueil de TAHATAI, la DRM et Bluecham poursuivent leur collaboration pour donner naissance à TAHATAI Neo, également labellisé par le SCO. L'objectif : intégrer de nouvelles fonctionnalités et déployer la solution au-delà de Tahiti. Plusieurs pays du Pacifique s'y intéressent de près.



## Nouveaux horizons

# Attractions terrestres



## SCOdyssey, rêve éveillé

Dans cet univers 3D développé sur Spatial.io avec l'agence digitale Ultranoir, l'explorateur spatial débarque en orbite, à bord d'un vaisseau spatial, avant de plonger dans quatre mondes oniriques aux couleurs des éléments. L'air, l'eau, la terre, le feu... Chacun abrite des animaux totems liés à des projets du SCO (Space for Climate Observatory). Une immersion poétique et décalée dans les enjeux climatiques, pensée comme un outil de médiation évolutif. *Version anglaise uniquement.*

## Un allié par tous les temps

La tête dans les étoiles, oui... Mais bien au sec, avec ce parapluie *Constellation* qui arbore une toile nylon particulièrement résistante. Le plus : il protège également du soleil et de la chaleur grâce à son revêtement extérieur. Un atout pour s'adapter au réchauffement climatique avec style.

21,50 € – À retrouver sur [maboutique.cnes.fr](http://maboutique.cnes.fr)



## Terre en vue(s), la série YouTube qui dézoome

Pourquoi les satellites voient-ils la nuit ? Comment repérer une sécheresse depuis l'espace ? Et que font les poussières du Sahara au-dessus de l'Amazonie ? En cinq minutes chrono, la série YouTube *Terre en vue(s)* fait le tour de ces questions avec des images spectaculaires, une écriture ciselée et un ton enlevé, qui rendent des concepts sophistiqués accessibles sans les dénaturer. Coproduite par le CNES, l'IRD et le CNRS, elle met en scène les grands phénomènes environnementaux à travers l'œil des satellites. Neuf épisodes à retrouver sur la chaîne du CNES.



## À la rescousse de l'Amazonie en mode multijoueur

Fortnite, c'est ce jeu vidéo où 500 millions de personnes viennent se défouler armes à la main... Oui, mais pas seulement : c'est aussi, de plus en plus, une plateforme d'expériences interactives où se croisent divertissement et engagement. Le CNES y a désormais sa place, avec une « map » immersive imaginée avec le studio Game in Society et l'association Forêt Vierge. Deux chapitres sont déjà en ligne : *Amazonia*, *l'espace à la rescousse* et *Sauvez la forêt tropicale*. Les gamers y découvrent le Centre spatial guyanais, explorent la biodiversité locale et manipulent des données inspirées du SCO (Space for Climate Observatory). Une manière inédite d'amener les jeunes publics à se frotter aux données spatiales, sans quitter leur environnement familial.

Accessible gratuitement sur PC, Xbox, PlayStation et Switch.

## Open Planet Facts, l'environnement dans la poche

Le « Yuka de l'environnement » existe : c'est **Open Planet Facts**. Ce projet CNES/OFB lancé avec l'ADEME propose, via l'appli mobile *Lucioles*, de décrypter les impacts des activités humaines sur l'environnement pour agir à notre échelle. Observations locales, actions de terrain, ce nouveau réseau social souhaite changer la donne en misant sur l'apprentissage, le collectif et l'éthique pour reconnecter les citoyens et le monde qui les entoure au quotidien. Le dispositif envisagé se développera au fil de l'engagement de nouveaux acteurs pour constituer une communauté hybride de partenaires (associations, collectivités territoriales, fournisseurs de données, scientifiques...), agrégeant ainsi les expertises, informations et données pour construire ensemble un réseau social souverain à impacts positifs.

## AGENDA

**2026**

**LANCEMENT DE LA MISSION FRANCO-INDIENNE TRISHNA**, chargée de la surveillance du cycle de l'eau à la surface de la Terre.

**2029**

**LANCEMENT DU SATELLITE FRANCO-ALLEMAND MERLIN**, qui mesurera la concentration de méthane dans l'atmosphère et identifiera ses sources d'émission.



## Le SCO sous toutes les latitudes

Sur les cinq continents, des projets du SCO (Space for Climate Observatory) mobilisent la donnée spatiale afin d'apporter des solutions concrètes pour l'adaptation au changement climatique.

### **SUÈDE | EO4WFD : GÉRER L'EAU AU FIL DU CLIMAT**

En Suède, EO4WFD combine imagerie satellitaire et données de terrain, afin d'améliorer la gestion des ressources en eau douce grâce à des indicateurs de qualité de l'eau. Cette initiative vient en appui de la directive cadre européenne sur l'eau.

### **SÉNÉGAL | STRATA : VISUALISER LES RISQUES COMPLEXES**

Portée par l'UNEP<sup>1</sup>, l'application STRATA associe les données de nombreux satellites pour identifier les points chauds où les stress environnementaux et climatiques convergent avec l'insécurité et la vulnérabilité socio-économique.

### **PÉROU | EHOP : IMAGER LES ZONES À ENJEUX ET SENSIBILISER**

Via sa plateforme *Environmental Hotspots*, EHOP utilise la donnée spatiale pour visualiser de grands changements environnementaux. Au Pérou, par exemple, il montre la fonte du glacier Coropuna, qui menace l'approvisionnement en eau de milliers de personnes.

### **CHINE | METHMINE : TRAQUER LES ÉMISSIONS DE MÉTHANE DES MINES**

METHMINE cible un puissant gaz à effet de serre : le méthane, notamment issu des émissions localisées dans les mines de charbon. À partir d'observations Sentinel-5P et de modélisation, le projet vise à améliorer la calibration des données satellites pour fiabiliser les volumes d'émission.

### **PHILIPPINES | DEW-PH : ANTICIPER LES SÈCHERESSES**

S'appuyant sur différentes données satellitaires (température, pluie, végétation principalement), DEW-PH améliore la surveillance et la prévision de la sécheresse. Il contribue ainsi à renforcer la résilience et la durabilité du secteur agricole philippin.

1. Nom du programme de l'ONU dédié à l'environnement.

