

## SOMMAIRE

■ Actus	1
■ Produits & CES	7
■ Expertise privée	14
■ Paroles de Theia	15

## Mot des directeurs scientifique & technique

Le premier semestre 2021 a bien été marqué, encore une fois, par la pandémie due à la Covid et les restrictions qu'elle impose aux événements. Les ateliers thématiques prévus en octobre 2021, avec des programmes alléchants, veulent ouvrir une nouvelle saison de rencontres. Theia sera aussi en septembre aux GeoDatadays organisés les 15 et 16 septembre à Grenoble par l'Afgeo pour rencontrer les utilisateurs.



Dans ce contexte difficile, on doit saluer les dynamiques territoriales de nos ART qui continuent d'innover, de mobiliser et de proposer des services, des formations, des événements grand public et d'étendre leur réseau. Ils constituent aujourd'hui un relai auprès des utilisateurs - un relai qui intéresse Data Terra et ses composantes (pôles et Dinamis) comme l'a montré la première rencontre de mai 2021.

La production des CES de Theia, elle, ne souffre pas des confinements et des restrictions : réflectance de surface, humidité du sol, suivi de l'artificialisation des sols, caractérisation des espaces urbains, santé, cartographie de l'occupation des sols, suivi des glaciers du monde, le portefeuille de produits et de méthodes ne cesse de s'élargir.

L'actualité de Theia, c'est aussi un investissement renforcé du CNES dans le fonctionnement du pôle avec l'arrivée de Thérèse Barroso, qui prend le relai d'Arnaud Sellé pour la fonction de chef de projet CNES du pôle et qui signe donc cet édito. ■

## ACTUS

### Ateliers thématiques Theia

#### Deux rendez-vous à ne pas rater à la rentrée

Le pôle Theia propose, mi-octobre 2021, deux ateliers thématiques mettant en valeur une sélection d'outils opérationnels développés par des équipes associées au pôle pour le suivi de deux grands sujets actuels : les forêts et la qualité des eaux. De nombreuses missions spatiales permettent aujourd'hui d'acquérir des observations avec des capteurs variés (optique, radar, lidar), à plusieurs dates (données multi-temporelles) et selon des précisions spatiales multiples. Les deux ateliers sont conçus pour avoir lieu en présentiel à Montpellier. Leur organisation est possible grâce au soutien financier du dispositif FPCUP — Framework Programme Agreement on Copernicus User Uptake — dédié à la promotion de l'utilisation des données Sentinel.



Le premier atelier, le 11 octobre 2021, sera dédié aux usages de la télédétection pour la forêt. De l'atténuation des changements climatiques à la fourniture de ressources en bois en passant par les usages récréatifs ou la protection de la faune et de la flore qu'ils abritent, cet atelier veut présenter ces outils et en discuter les résultats avec la communauté des chercheurs et des utilisateurs. Les différentes présentations proposées durant cette journée couvrent de fait des domaines et des champs d'application diversifiés. Chacune se concentrera volontairement sur les produits les plus aboutis et les plus opérationnels dans son domaine.



Le second, le 12 octobre 2021, explorera les usages de la télédétection pour le suivi de la qualité des eaux. La gestion des eaux continentales jusqu'aux interfaces souffre souvent d'un manque de données sur la qualité tant à l'échelle mondiale que régionale, nationale ou locale. L'atelier du 12 octobre mettra en avant les réponses de la télédétection pour dépasser ce manque de données opérationnelles. Le programme fait ainsi la part belle aux besoins des utilisateurs (directive européenne, exploitations régulières, catastrophes écologiques, etc.) aux différentes méthodes mesures de la qualité des eaux (pollutions, flux sédimentaires, blooms, etc.) ainsi qu'aux apports des différents capteurs disponibles. Ne tardez pas à vous inscrire si ce n'est pas fait. ■

PLUS D'INFORMATION  
► [theia-land.fr](http://theia-land.fr)

## Connaissez-vous le SCO ?

Plusieurs projets portés par les CES et les ART Theia ont reçu le label SCO, trois petites lettres qui incarnent la lutte contre les impacts du changement climatique. Fondé le 17 juin 2019 à l'initiative de la France, le Space Climate Observatory rassemble déjà 31 agences spatiales et organismes internationaux. Leur objectif : s'appuyer sur les données spatiales pour produire des outils opérationnels dans les meilleurs délais.

Érosion côtière, submersions marines, effondrement de la biodiversité, inondations, sécheresses... La naissance du SCO repose sur le besoin urgent de fournir des outils d'aide à la décision aux gestionnaires territoriaux qui doivent définir des politiques d'adaptation aux impacts du changement climatique. En la matière, quelle meilleure donnée d'entrée que l'information spatiale ? De fait, chaque projet SCO combine des données satellites à d'autres jeux de données pour opérationnaliser des modèles scientifiques capables de délivrer des indicateurs pertinents, des systèmes d'alerte précoce ou encore des modélisations à court, moyen et long terme.

### Accélérer le développement d'outils opérationnels et répliquables

La philosophie SCO repose avant tout sur les projets labellisés. Ceux-ci doivent systématiquement utiliser des données spatiales, associer les utilisateurs finaux, devenir opérationnels en 24 mois maximum et pouvoir être répliqués en d'autres lieux. Afin d'accompagner les projets et leurs acteurs au plus près du terrain, chaque pays signataire du SCO s'engage à mettre en œuvre une antenne locale.

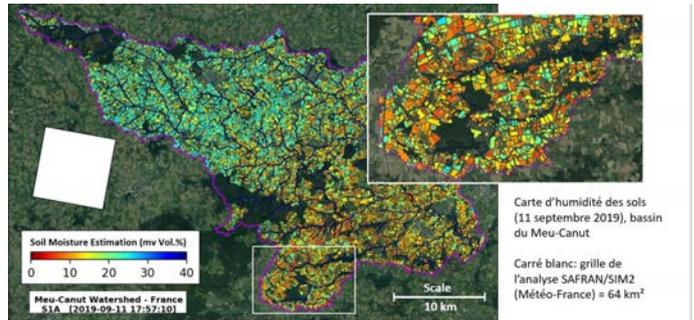
### Participez aux Trimestrielles du SCO France

Très dynamique grâce aux 22 membres de son Comité Inter Organismes, le SCO France met en place ses Trimestrielles, des sessions d'échanges pour favoriser la synergie entre les partenaires et les projets.



Chaque séance illustre une thématique au travers de 2 à 4 projets SCO qui sont autant de kiosques de discussion. Inscription libre sur le site !

► [www.spaceclimateobservatory.org](http://www.spaceclimateobservatory.org)



Labellisé SCO en 2021, le projet BOSCO déploiera le produit satellitaire validé Theia Humidité du sol à très haute résolution spatiale pour le suivi de la teneur en eau des sols sur la région Bretagne. © Geosciences Rennes/ CES THEIA Humidité du sol à très haute résolution spatiale

### Labellisations en cascade

À l'origine de l'initiative, le CNES se doit d'être moteur et exemplaire tant dans l'organisation du SCO national que dans le processus de labellisation. Suite aux appels à projets lancés en 2019 et 2020, le SCO France accompagne déjà 37 des 40 projets labellisés. Les thématiques les plus représentées concernent l'agriculture, la gestion de l'eau, la biodiversité et l'aménagement du territoire.

### Une forte montée en puissance

Le SCO se déploie chaque jour un peu plus sur tous les continents. La France, la Chine et le Mexique ont déjà créé leur SCO national, d'autres sont en préparation. Sous le statut de Comités d'Accélération SCO, 4 nations (Gabon, Inde, Maroc, Thaïlande) s'appuient sur le besoin de faire mûrir des projets présentés sur leurs territoires pour structurer leur propre SCO. Tout ou partie de ces projets « en ballotage » seront labellisés à l'occasion du 6ème Comité de pilotage international en juillet 2021. De nouveaux appels à projets seront lancés chaque année en octobre. ■

Karol BARTHELEMY

► [www.spaceclimateobservatory.org](http://www.spaceclimateobservatory.org)

Contacts SCO :

► [Laurence.Monnoyer-Smith@cnes.fr](mailto:Laurence.Monnoyer-Smith@cnes.fr)

► [Frederic.Bretar@cnes.fr](mailto:Frederic.Bretar@cnes.fr)

Tous les projets SCO liés à des CES ou des ART Theia

► [www.theia-land.fr/les-projets-theia-labellises-sco-une-liste-toujours-grandissante/](http://www.theia-land.fr/les-projets-theia-labellises-sco-une-liste-toujours-grandissante/)



Projet ClimHealth labellisé SCO en 2020. Cette image Sentinel-2 de la ville de Yangon (Myanmar), traitée au regard de l'indice de végétation NDVI, est issue du démonstrateur opérationnel destiné à prédire les environnements favorables à la leptospirose à Yangon. Ce projet s'appuie sur les travaux du CES Risques Maladies Infectieuses de Theia. © IRD/Contains modified Copernicus Data

## «Vu de l'espace», une exposition à découvrir la Bretagne par imagerie spatiale

Cet été, l'exposition VU DE L'ESPACE, diffusée dans le parc de l'aquarium Océanopolis (Centre National de Culture Scientifique dédié à l'Océan et l'un des plus grands aquariums de France,



à Brest), invitera les visiteurs à un voyage unique en Bretagne à travers des images exceptionnelles obtenues par des satellites d'observation de la Terre. Ces magnifiques instantanés au pouvoir visuel puissant, mettront en évidence des phénomènes environnementaux et climatiques, souvent invisibles depuis la Terre.

L'exposition mettra aussi en avant le territoire breton, qui concentre une importante expertise scientifique pour l'observation de la Terre depuis l'espace (universités, écoles d'ingénieurs, instituts de recherche, industriels, jeunes entreprises), encore méconnue du grand public. Cette exposition conçue par le GIS BreTel (Bretagne Télédétection), avec l'aide de ses partenaires (IMT Atlantique, Université de Rennes 2, Ifremer, Ocean Data Lab, CLS), et le soutien de l'Agence spatiale Européenne (ESA), du réseau européen des régions utilisatrices de technologies spatiales (NEREUS) et d'Océanopolis sera visible cet été de juin à septembre. Alors venez nombreux ! ■

Marie JAGAILLE

GIS BreTel, co-animatrice de l'ART Bretagne

► [www.theia-land.fr/artist/art-bretagne/](http://www.theia-land.fr/artist/art-bretagne/)

Si vous n'avez pas la chance de partir en Bretagne cet été, retrouvez les images de l'exposition et plus encore sur [www.vudelespace.bzh](http://www.vudelespace.bzh)

## L'Université de la Nouvelle-Calédonie rejoint l'ART GeoDEV NC !

L'Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC) est une université pluridisciplinaire présente en Nouvelle-Calédonie depuis sa création en 1987 sous la dénomination Université française du Pacifique, en référence à l'entité unique constituée alors avec la Polynésie française. En 1999, elle s'autonomise vis-à-vis de la Polynésie française et devient l'Université de la Nouvelle-Calédonie.

L'UNC propose aujourd'hui aux étudiants calédoniens une palette de formations supérieures, du DUT au doctorat, des sciences aux sciences humaines et sociales. Elle dispose de compétences en géographie et géomatique et, également, de compétences uniques sur le territoire en sciences des données.

L'Université est un acteur-clé de la Recherche de l'écosystème calédonien et préside le Consortium pour la Recherche, l'Enseignement Supérieur et l'Innovation en Nouvelle-Calédonie (CRESICA).

### Des compétences complémentaires

Par ailleurs, engagée dans une forte dynamique d'intégration régionale, l'UNC déploie des formations de portée régionale, au travers notamment du Master ADTO (Aménagement des territoires océaniques), d'une série de formations délocalisées au Vanuatu, et de l'ouverture prochaine d'un master en science de la durabilité en partenariat avec l'Université de Fidji. L'UNC copilote par ailleurs, avec l'université du Pacifique Sud à Fidji, le réseau de recherche des universités du Pacifique insulaire (PIURN, pour *Pacific Islands Universities Research Network*).

L'entrée de l'Université calédonienne au sein de la *task force* de l'animation locale Theia est ainsi porteuse de valeur ajoutée dans les initiatives de l'ART, dont notamment : des ressources et capacités en appui à l'animation de la communauté locale, dont le séminaire annuel OSS NC – pour « Observation Spatiale au Service de la Nouvelle-Calédonie » – (► Lire Bulletin 14) ; une expertise scientifique et technique de pointe en appui aux travaux de la communauté calédonienne ; ainsi qu'un réseau



Le séminaire OSS NC 2020 s'est tenu sur le Campus UNC de Nouville.

local et régional structuré contribuant au rayonnement de l'ART auprès des communautés géomatiques du Pacifique Sud.

C'est ainsi non pas un simple co-animateur supplémentaire qui rejoint l'ART, mais bien une force vive décuplant les capacités de l'animation calédonienne et l'impact régional et apportant une vision parfaitement complémentaire aux côtés de l'IRD NC\UMR EspaceDEV et d'INSIGHT SAS. ■

Anne ROUAULT

Directrice de l'appui à la recherche, au rayonnement, et à l'Ecole Doctorale DARRED, Université de la Nouvelle-Calédonie Co-animatrice de l'ART GeoDEV-NC

ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie

► [www.theia-land.fr/artist/art-geodev-nouvelle-caledonie/](http://www.theia-land.fr/artist/art-geodev-nouvelle-caledonie/)

## Le point sur l'offre Data Terra pour l'animation spatiale en région

Le 11 mai 2021, Theia et Data Terra ont proposé une rencontre virtuelle autour de l'Offre de l'IR Data Terra, des pôles et de DINAMIS pour une animation régionale. La rencontre a été suivie par près de 80 participants et a alterné des présentations et des temps d'échange.

Une première session a permis de présenter la dynamique Data Terra (Frédéric Huynh) ainsi que l'offre de ses différentes composantes : le Pôle AERIS dédié à l'étude de l'atmosphère (Sébastien Payan), le Pôle Form@ter dédié à la Terre solide (Emilie Deschamps-Ostanciaux), le Pôle Odatis dédié aux océans (Joël Sudre), le Pôle Theia dédié aux surfaces continentales (Nicolas Baghdadi), le Système d'information Theia|Ozcar de collecte et d'organisation des données in situ (Isabelle Braud) et, enfin, le Dispositif Dynamis d'accès à l'imagerie satellitaire (Jean-François Faure).

La seconde session a exploré les besoins de l'animation autour du spatial en région en s'appuyant sur l'expérience et les attentes de différents ART Theia : l'ART Bretagne, représenté par Marie Jagaille ; l'ART Sud, représenté par Philippe Rossello ; l'ART Occitanie, représenté par Myriam Cros ; l'ART GeoDEV, représenté par Jean-François Faure ; et l'ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie, représenté par Jean Massenet.

Le format de cette rencontre ne permettait pas d'aller tellement au-delà d'une information générale et d'une première prise de contact. Elle a néanmoins permis d'améliorer la compréhension de Data Terra et de l'offre des pôles par les acteurs de l'animation en région et de présenter l'intérêt de ces relais auprès des utilisateurs des données pour les pôles au-delà de Theia. Cette rencontre constitue ainsi une première étape qui doit être suivie d'un travail de mise en réseau et d'essais. Il est à noter que l'ART Nouvelle-Calédonie s'est d'ores et déjà déclaré candidat

pour développer des *Proofs of Concept* avec d'autres pôles, notamment Odatis et AERIS.

Les différentes présentations sont maintenant disponibles sur le site [theia-land.fr](http://theia-land.fr). ■

Isabelle BIAGIOTTI  
(THEIA)

Toutes les présentations  
► [www.theia-land.fr/offre-de-lir-data-terra-des-poles-et-de-dinamis-pour-une-animation-regionale/](http://www.theia-land.fr/offre-de-lir-data-terra-des-poles-et-de-dinamis-pour-une-animation-regionale/)

## Facilitez-vous la gestion de votre territoire !

L'un des prochains événements du Géodatalab du CRIGE Provence-Alpes-Côte d'Azur se déclinera en deux webinaires les 7 et 9 septembre 2021. Dans la continuité de l'événement national AppSpace 2019, organisé à Marseille, l'objectif de ces webinaires est de valoriser et développer l'usage de la télédétection spatiale et aérienne, de mobiliser les acteurs régionaux et de les inciter à travailler ensemble. Ces webinaires s'adressent à tous les publics professionnels et entrent dans le cadre de l'Animation régionale Theia Sud (ART Sud), assurée par le CRIGE et GeographR.

La première matinée (7 septembre) sera dédiée à la gestion territoriale avec les interventions du CNES et du CEREMA, des témoignages de producteurs de données (entreprises publiques et privées) et de collectivités, une présentation de Data Terra... La deuxième matinée (9 septembre) sera plus axée sur les sources satellitaires et les moyens d'agir concrètement. Au programme : les plateformes en ligne, la formation, les solutions innovantes, la coopération...

Pour participer aux deux webinaires, un simple clic suffira. Les modalités d'inscription (accès gratuit) seront bientôt en ligne :

► [www.crig-paca.org/geodatalab](http://www.crig-paca.org/geodatalab) ■

Philippe ROSSELLO (GeographR)  
& Christine ARCIAS (CRIGE PACA)  
co-animateurs de l'ART Sud

► [www.theia-land.fr/artist/art-sud/](http://www.theia-land.fr/artist/art-sud/)

## Découvrez le Géodatalab du CRIGE, un nouvel lieu d'innovation et d'hybridation

Le CRIGE PACA, le centre de ressources en information géographique en Provence-Alpes-Côte d'Azur, a récemment créé un lieu d'accueil ouvert et inspirant avec l'appui de partenaires issus du secteur public, de la recherche et du monde de l'entreprise. L'objectif est d'expérimenter de nouvelles formes et méthodes de travail, de concevoir et lancer des projets qui se nourrissent de données géographiques.

Le GéoDataLab doit notamment permettre de raccourcir les délais entre l'émergence, l'incubation et la mise en œuvre d'un projet, grâce à l'expertise technique du CRIGE et de ses partenaires.

Si vous souhaitez coproduire des données métiers ou créer des services et outils innovants en géocollaborant, n'hésitez pas à vous rapprocher du Géodatalab du CRIGE !



[www.crig-paca.org/geodatalab](http://www.crig-paca.org/geodatalab)

## Le CNES renforce son implication dans Theia

Le CNES, un partenaire historique et central du pôle Theia, renforce son implication dans le fonctionnement du pôle avec l'arrivée de Thérèse Barroso. Thérèse prend le relais d'Arnaud Sellé pour la fonction de chef de projet CNES du pôle Theia. Arnaud prend la fonction de directeur technique pour Theia et pour Dynamis.

Thérèse Barroso est chargée de la gestion de la participation du CNES à Theia. Outre le suivi de la production, cette mission inclut l'ouverture du pôle aux activités d'hydrologie aval (SWOT, HYSOPE II, Hydroweb-NG, notamment). ► Lire Bulletin n°13) et la participation aux instances de gouvernance du pôle (Bureau exécutif, Comité directeur, Conseil scientifique). Elle exercera ses nouvelles responsabilités à plein temps le 1<sup>er</sup> octobre 2021 mais a déjà commencé à prendre progressivement ses fonctions depuis juin 2021.

Arnaud Sellé garde la fonction de directeur technique pour le pôle Theia et sera le responsable interopérabilité du CNES vis-à-vis de ses partenaires pour DINAMIS, Theia et ForM@Ter. ■



Arnaud Sellé et Thérèse Barroso, de gauche à droite, en visite à la Maison de la Télédétection de Montpellier en juin 2021

## LE PNTS 2022 est lancé

Le Programme National de Télédétection Spatiale (PNTS) est un programme financé par le CNES, le CNRS-INSU, l'IGN, l'IRD et Météo-France. Ce programme national évalue des projets scientifiques accompagnés d'un budget détaillé et justifié, soumis en réponse à son appel d'offres annuel, et attribue des financements et des labels spécifiques pris en compte par d'autres opérateurs ou agences de moyens.



### Un programme dédié à l'observation spatiale et aux surfaces continentales

Le PNTS soutient des activités de recherche en lien avec l'observation de la Terre depuis l'espace et des projets de développement de l'utilisation thématique des données spatiales et produits qui en sont dérivés. Le PNTS soutient ainsi :

- des études exploratoires pour de futurs instruments spatiaux,
- des études de physique de la mesure, y compris la modélisation du transfert radiatif dans les sols, la végétation, l'océan ou l'atmosphère,
- le développement de nouvelles méthodes de traitement (se rapportant à des instruments déjà lancés ou en voie de l'être),
- la caractérisation et qualification des produits satellitaires par comparaison avec des données exogènes,
- une utilisation particulièrement originale de l'observation spatiale pour une application thématique.

Les disciplines scientifiques soutenues par le PNTS relèvent de l'étude des surfaces continentales, de la physique et la biogéochimie océaniques, de l'atmosphère, de la Terre solide, de la cryosphère, ou encore des sciences humaines. Une liste non exhaustive des missions d'observation de la Terre d'intérêt pour le PNTS est disponible depuis les sites internet du CNES, d'EUMETSAT de l'ESA ou encore de COPERNICUS.

En revanche, l'utilisation de produits issus des observations spatiales, obtenus suivant des méthodes éprouvées, ne relève pas du PNTS et doit être proposée aux programmes nationaux correspondant à la thématique considérée.

### Des propositions transversales

Le PNTS soutient aussi les propositions "transversales" interdisciplinaires entre ses différentes communautés, sans pour autant exclure des propositions indépendantes. Le programme finance également les projets présentant un fort potentiel de créativité ou d'essai ainsi que des projets intervenant en phase amont d'opérations internationales.

Le PNTS encourage particulièrement l'organisation d'ateliers permettant à la communauté scientifique française de faire le point et d'échanger des expériences sur des thèmes fédérateurs. L'objet de ces ateliers peut être thématique ou par outil. Toute idée ou tout souhait d'atelier peut faire l'objet d'une lettre d'intention.

L'appel d'offre 2022, ouvert le 2 juillet, se termine le 15 septembre 2021. ■

Plus d'information sur l'appel d'offre sur le site CNRS INSU  
► [programmes.insu.cnrs.fr/pnts/](https://programmes.insu.cnrs.fr/pnts/)

Plus d'information sur les missions d'intérêt considérées

CNES

► [cnes.fr/fr/fiches\\_mission\\_theme](https://cnes.fr/fr/fiches_mission_theme)

EUMETSAT

► [www.eumetsat.int/website/home/Satellites/index.html](https://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/index.html)

ESA

► [www.esa.int/Our\\_Activities/Operations/Current\\_and\\_future\\_missions](https://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Current_and_future_missions)

Copernicus

► [www.copernicus.eu/en/about-copernicus/infrastructure/satellites-component](https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/infrastructure/satellites-component)

## Découvrez SPOT World Heritage en ligne

Les satellites SPOT (Satellites Pour l'Observation de la Terre) ont été conçus par le CNES pour étudier la planète Terre. De 1986 à 2015, la série de cinq satellites a pu prendre des images de la planète avec une résolution améliorée à chaque génération de satellites : de 20 m jusqu'à 2.5 m. Afin de pérenniser et valoriser ces données, le programme SPOT World Heritage (SWH) mis en place par le CNES met gratuitement à disposition du public l'archive des satellites SPOT 1, 2, 3, 4 et 5.

Le catalogue propose des images (scènes de 60x60 km) acquises depuis 1986 jusqu'à 2015 en niveau L1A (égalisation radiométrique, sans correction géométrique), de 5 à 10 m en mode panchromatique et multispectral. Les images sont soumises à la licence ETALAB Ouverte 2.0.

### Des images pérennes et disponibles

Les équipes du CNES ont travaillé pour pérenniser les images dans un format adéquat (utilisable par la communauté scientifique et répondant aux critères de pérennisation) et les mettre à disposition via un catalogue qui pourra s'interconnecter avec les autres portails de données du CNES.

Dès aujourd'hui, le site permet de se connecter avec son identifiant THEIA ou de créer un compte SWH, sans condition spécifique, puis de télécharger des images. La licence attribuée aux produits facilite leur utilisation tout en laissant la mention CNES accompagner les images.

### Des images déjà orthorectifiées

En attendant la mise en place du service de L1C à la demande, un traitement d'ortho-rectification (projection type Sentinel-2) sans recalage absolu a été mis en place et est accessible avec le lien suivant : ► <http://swh-2a-carto.fr/>

Le traitement ne disposant pas d'une référence absolue, il est très rapide (2 à 3 secondes), mais le produit final reste à la précision de localisation du produit d'origine qui peut être de 400 à 500m, voire plus sur les anciens SPOT. L'erreur de localisation est au premier ordre corrigible par une simple translation.



Illustration du satellite Spot 5 © CNES/ill./DUCROS David, 2002

Vous pouvez aller découvrir le catalogue sur le site SWH.

► <https://regards.cnes.fr/user/swh/>

### Des traitements à la demande

L'équipe SWH travaille aujourd'hui à la mise en place de traitement des images à la demande (service prévu pour l'année prochaine) ainsi qu'à la finalisation du catalogue et à son interopérabilité pour être facilement accessible via les futures plateformes CNES.

En attendant les niveaux L1C prévus pour l'année prochaine, le CNES a développé une page spécifique de traitement des images L1A vers une image ortho-rectifiée. Plus de détails sur la page carto : ► <http://swh-2a-carto.fr/>. ■

Agathe MOREAU (CNES)

## DATA TERRA, Theia, Form@ter et DINAMIS seront aux Geodatadays

Les 15 et 16 septembre prochain, Grenoble accueillera les GeoDataDays 2021, l'événement national dédiée au géonumérique organisé par l'Afigéo et Décryptagéo.

Cette édition sera organisée autour d'une série de temps forts : grands débats sur des sujets stratégiques, grands thèmes au cœur de l'actualité, grands défis à relever ensemble demain.

Elle propose également un parcours spécifique « le spatial pour les territoires » qui veut donner une plus grande visibilité aux technologies et usages du spatial pour permettre à la communauté des géomaticiens de s'approprier davantage les technologies, données, produits et services issus du spatial. Ce parcours est co-organisé par ConnectByCNES.

Theia sera présent aux côtés du pôle Form@ter et de DINAMIS sur le stand de l'IR Data Terra qui sponsorise l'événement. Ce sera l'occasion de mettre en avant les produits et les outils les plus matures pour les surfaces continentales et la terre solide proposés par Theia et Form@ter. Ce sera aussi l'occasion de mieux connaître l'offre d'accès aux images satellitaires DINAMIS. Venez nous rencontrer sur le stand et participer à nos démonstrations. ■

Inscription et programme  
► [www.geodatadays.fr/](http://www.geodatadays.fr/)



## Suivi de l'artificialisation des sols par télédétection

Le suivi de l'artificialisation des sols est un enjeu dont l'importance ne cesse de croître cette dernière décennie. Les réglementations, objectifs politiques, documents de planification et d'aménagement renforcent régulièrement la place de la mesure et du suivi de l'artificialisation et sa mise en œuvre opérationnelle.

Identifier et mesurer finement l'évolution de l'artificialisation, mais également réduire les délais de production et faciliter la reproductibilité dans le temps, entre autres : les pistes de recherche sont nombreuses et s'inscrivent dans un panorama de multiples méthodes et bases de données de référence dans l'attente d'une prochaine « normalisation », à commencer par une définition officielle partagée de l'artificialisation.

De nombreux travaux de recherche, notamment dans le cadre du CES Urbain de Theia, visent ainsi à développer ou consolider de nouvelles méthodes et produits contribuant à la mesure et la qualification de l'artificialisation.

### Contribuer à la mesure et à la qualification de l'artificialisation

Dès 2007, l'UMR TETIS a été saisie par la DRAAF Languedoc Roussillon pour travailler sur cette question et proposer une méthode régionale de cartographie et quantification des espaces artificialisés, généralisable et reproductible dans le temps. Basée sur l'utilisation d'images satellitaires (Rapid Eye, IRS) et des traitements à façon, elle nécessitait plus de 25 jours de traitement / post traitement pour couvrir un département.

En 2018, ces travaux ont été poursuivis et étendus à l'échelle de la nouvelle Région Occitanie (13 départements, ~ 72 000 km<sup>2</sup>) dans le cadre d'un appel à projet « Recherche et Société » (Région Occitanie/ FEDER). La nouvelle méthodologie basée sur l'intelligence artificielle et des images Spot 6/7 (mises à disposition dans le cadre de GEOSUD / DINAMIS) a permis d'automatiser le processus et réduire ainsi le temps homme nécessaire à sa mise en œuvre (~10 jours de traitement sans intervention humaine pour traiter les 13 départements). Les figures 1 et 2 ci-dessous illustrent les résultats de ces travaux : extraction automatisée des bâtis en distinguant l'usage résidentiel / activité, et un produit intermédiaire d'occupation du sol simplifiée.

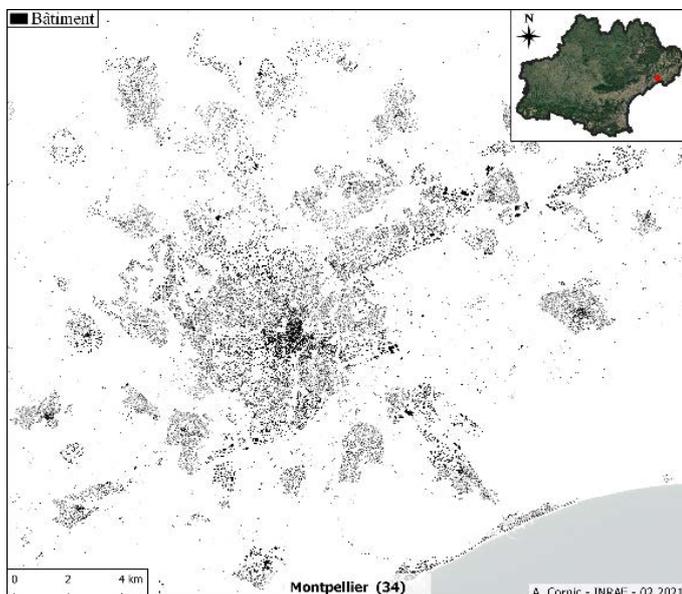


Figure 1 : Bâtiments résidentiels et d'activité

### Cartographier les bâtiments

La cartographie des bâtiments a été réalisée sur cinq années consécutives, de 2015 à 2019. Elle permet de distinguer deux vocations : résidentielle, d'une part, industrielle et commerciale, d'autre part. Ce produit a été évalué suivant deux approches :

- une première approche, classique, fondée sur les effectifs des pixels étiquetés ;
- une seconde approche, orientée « objet », qui s'intéresse aux objets détectés (pixels contigus appartenant à une même classe). Celle-ci a permis de qualifier, à la fois, la précision géométrique et planimétrique des entités prédites vis-à-vis du jeu d'entraînement et de déterminer une unité minimale de cartographie (UMC) pour la classe « bâti », qui est de l'ordre de 100 m<sup>2</sup>.

La spatialisation de ces évaluations a aussi révélé une meilleure détection des bâtiments dans les tissus urbains continus (selon la nomenclature Corine Land Cover). En milieux péri-urbain et rural, il semble que les modèles entraînés soient moins performants, peut-être du fait de contextes très variés autour des bâtiments diffus ou isolés.

Le produit intermédiaire d'occupation du sol a été affiné par analyse spatiale (distinction entre végétation rurale et urbaine par exemple) et structuré avec l'ajout du réseau routier de l'IGN. L'objectif était de préciser les éléments constitutifs de l'artificialisation et de donner aux utilisateurs la possibilité d'agencer ces éléments en fonction de leurs problématiques, de leur définition finalement de ce phénomène.

La méthodologie développée dans le cadre du projet ArtiSols a été consolidée courant 2021 dans le cadre du projet TOSCA AIM-CEE, et mise en œuvre à l'échelle nationale. En utilisant la même méthode, l'équipe a utilisé environ 1 200 images Spot 6 et 7 et la BD TOPO IGN, pour entraîner un réseau de neurones artificiels à cartographier les constructions humaines de type bâtiments, sur l'ensemble du territoire Français métropolitain. Une fois le modèle entraîné, il a pu être appliqué sur les images Spot 6 et 7 entières pour générer les cartes. Ce produit, dénom-

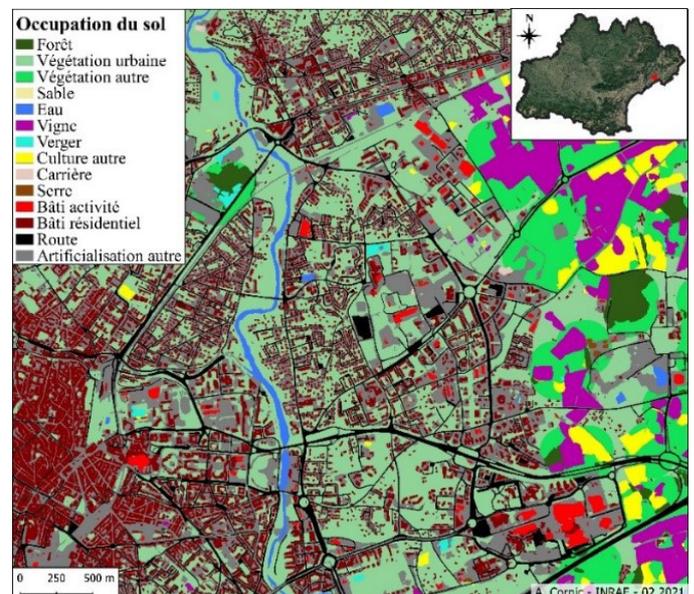


Figure 2 : Occupation du sol simplifiée



Figure 3. Empreinte des bâtiments pour Montpellier et sa région. Données disponibles sur ► [thisme.cines.teledetection.fr/search?collection=BuildingsFootprint&\\_view=map](https://thisme.cines.teledetection.fr/search?collection=BuildingsFootprint&_view=map).

Le produit « Buildings Footprint », est diffusé actuellement par le Centre d'Expertise Scientifique de THEIA sur l'urbain, sous une licence ETALAB2. (► Figure 3)

Plus d'informations sur la méthode et les outils utilisés sont données sur la fiche de présentation du produit :

► [www.theia-land.fr/product/empreinte-au-sol-des-batiments](http://www.theia-land.fr/product/empreinte-au-sol-des-batiments)

Dans ses travaux futurs, l'équipe prévoit d'étendre le produit aux territoires et départements d'outre-mer et d'améliorer les performances de sa méthode. En effet, les limites des méthodes actuelles en apprentissage supervisé résident principalement dans la qualité des données : il est nécessaire de disposer de données de vérité terrain qui sont synchronisées du mieux possible avec les images satellitaires. L'équipe de l'INRAE adresse ce problème notamment au travers de collaborations en recherche et développement avec l'IGN.

### Complémenter les produits et bases de données d'occupation des sols

Les travaux présentés contribuent à améliorer la connaissance des espaces artificialisés. Ils démontrent l'apport et la pertinence de l'imagerie satellitaire pour produire rapidement une information à moindre coût (traitements automatisés, faible sollicitation de moyens humains, compromis fauchée / précision, dispositif DINAMIS de mise à disposition de couvertures annuelles), avec une fréquence élevée (annuelle). Cette information est par ailleurs qualifiée afin d'accompagner les utilisateurs.

Ces méthodes et produits explorent de nouvelles pistes de production et soulèvent des questions de recherche autour de l'exhaustivité et de la qualification des résultats. Sous réserve de la prise en compte de leurs limites, ils s'inscrivent d'ores et déjà en complémentarité de produits et bases de données d'occupation du sol de référence. ■

Éric BARBE, Rémi CRESSON & Kenji OSÉ  
INRAE TetiS  
CES Urbain

► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-urbain](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-urbain)

## FOTOTEX : une méthode non supervisée pour les zones urbaines

L'UMR Espace-dev vient de publier un article intitulé « Fast Unsupervised Multi-Scale Characterization of Urban Landscapes Based on Earth Observation Data » dans la revue *Remote Sensing*, présentant l'utilisation d'un algorithme dédié à l'étude des zones urbaines par télédétection à partir d'une information de texture.

### Trois échelles imbriquées

Avec FOTOTEX, cet article introduit une méthode unique, rapide et non supervisée pour caractériser les zones urbaines à trois échelles imbriquées : macro-échelle (empreinte urbaine), méso-échelle (« quartiers ») et micro-échelle (objets). FOTOTEX combine des Transformées de Fourier et une analyse en composantes principales pour convertir le signal spatial (motifs dans l'image) en un signal fréquentiel (nombre de fois que le motif est répété dans une zone définie). ► Figure 1

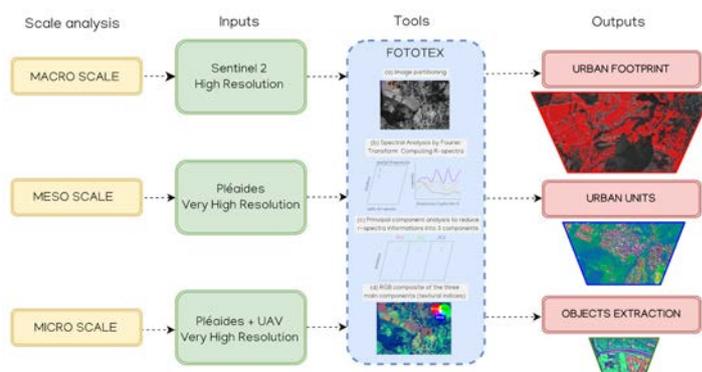


Figure 1. La méthode Fototex permet de caractériser des zones urbaines à trois échelles imbriquées

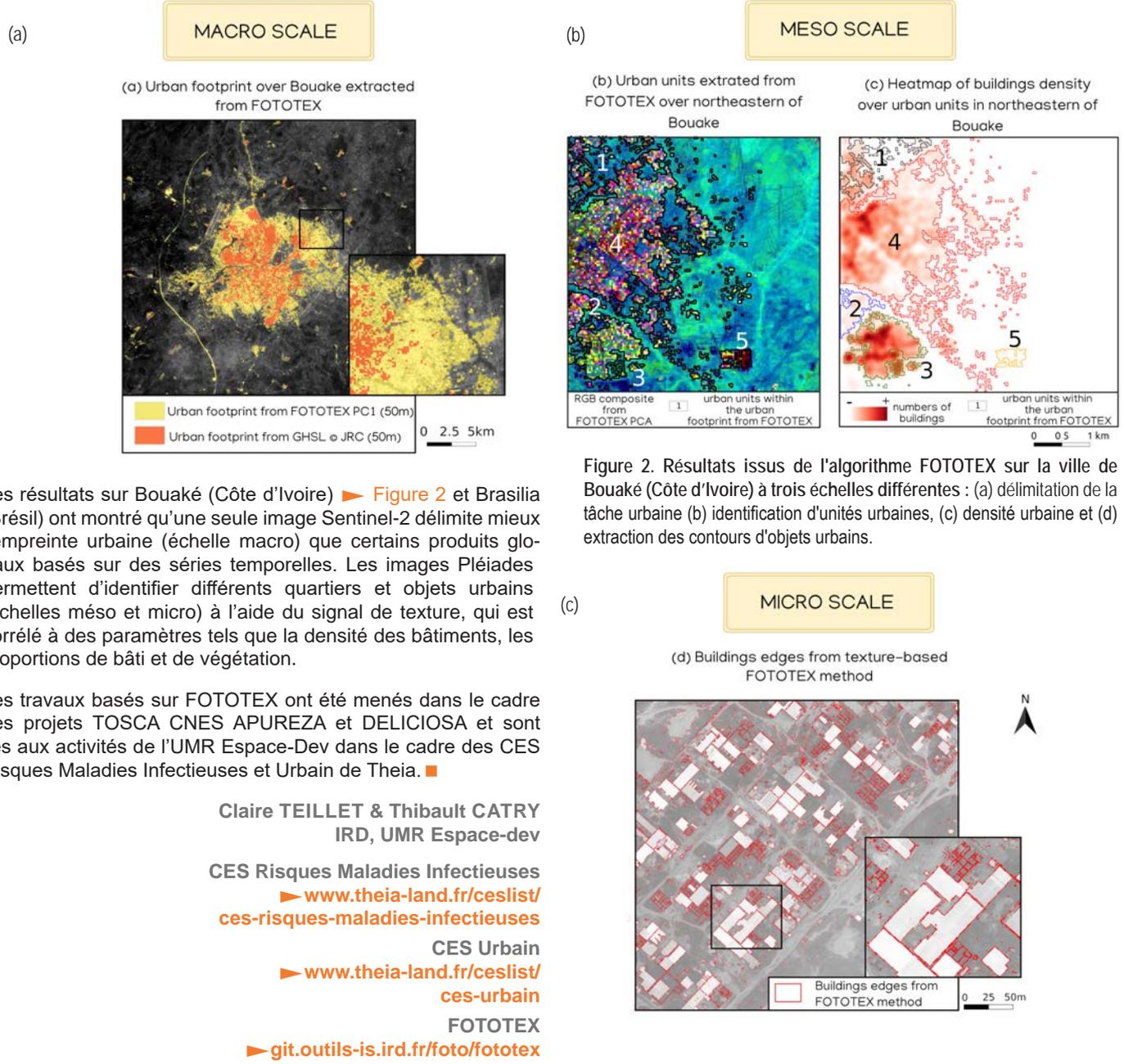


Figure 2. Résultats issus de l'algorithme FOTOTEX sur la ville de Bouaké (Côte d'Ivoire) à trois échelles différentes : (a) délimitation de la tâche urbaine (b) identification d'unités urbaines, (c) densité urbaine et (d) extraction des contours d'objets urbains.

Les résultats sur Bouaké (Côte d'Ivoire) ► Figure 2 et Brasilia (Brésil) ont montré qu'une seule image Sentinel-2 délimite mieux l'empreinte urbaine (échelle macro) que certains produits globaux basés sur des séries temporelles. Les images Pléiades permettent d'identifier différents quartiers et objets urbains (échelles méso et micro) à l'aide du signal de texture, qui est corrélé à des paramètres tels que la densité des bâtiments, les proportions de bâti et de végétation.

Les travaux basés sur FOTOTEX ont été menés dans le cadre des projets TOSCA CNES APUREZA et DELICIOSA et sont liés aux activités de l'UMR Espace-Dev dans le cadre des CES Risques Maladies Infectieuses et Urbain de Theia. ■

Claire TEILLET & Thibault CATRY  
IRD, UMR Espace-dev  
CES Risques Maladies Infectieuses  
► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-risques-maladies-infectieuses](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-risques-maladies-infectieuses)  
CES Urbain  
► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-urbain](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-urbain)  
FOTOTEX  
► [git.outils-is.ird.fr/foto/fototex](http://git.outils-is.ird.fr/foto/fototex)

**Référence**  
Teillet, C.; Pilot, B.; Catry, T.; Demagistri, L.; Lyszczarz, D.; Lang, M.; Couteron, P.; Barbier, N.; Adou Kouassi, A.; Gunther, Q. ; et al. Fast Unsupervised Multi-Scale Characterization of Urban Landscapes Based on Earth Observation Data. *Remote Sens.* 2021, 13, 2398. [doi.org/10.3390/rs13122398](https://doi.org/10.3390/rs13122398).

## RedGems : les maladies infectieuses vues de l'espace

Re-émergent Diseases, Global Environment Monitoring from Space, ou RedGems, a pris naissance à MEDIAS-France (GIP) il y a à peu près 20 ans sous la vision de Yves M. Tourre (MEDIAS-France) et du Dr. Antonio Güell, Murielle Lafaye et Cécile Vignolles du CNES. RedGems a ainsi valorisé le nouveau concept de la « télé-épidémiologie » alors en pleine évolution au CNES. Ce concept intègre les changements climatiques et environnementaux au travers de la télédétection – imagerie spatiale à l'époque – dans l'étude des conditions d'apparition des maladies infectieuses. Cette approche conceptuelle a fait l'objet d'un dépôt de brevet par le CNES en 2009 intitulé « Procédé et dispositif d'établissement de carte représentative de zones de risque de prolifération d'une maladie infectieuse transmissible par l'air, l'eau ou des vecteurs ».

Basé sur la co-construction avec les acteurs locaux de la santé, il s'agit de mettre à leur disposition les outils/produits/indicateurs spatiaux pour surveiller l'émergence et l'évolution de maladies infectieuses (d'abord) telles que la Fièvre de la Vallée du Rift, le Paludisme ou la Dengue. Beaucoup de ces travaux sont bien connus des utilisateurs de Theia car développés dans le cadre du CES Risque Maladies Infectieuses.

### Des systèmes d'alerte précoce

Aujourd'hui, RedGems constitue ainsi un outil à utiliser pour définir et mettre en place des Systèmes d'Alerte Précoce (SAP) des épidémies et des pandémies, telles que la COVID-19. (► Lire encadré page suivante)

Il propose aux chercheurs et aux utilisateurs un important répertoire avec son historique des recherches menées dans le domaine à l'échelle mondiale et locale qui joue ainsi un rôle central dans l'animation de la communauté. La consultation actuelle du site atteint une moyenne de 50 visites par jour pour un total en 2020 (Janvier-Octobre) de 165 774. Il propose un contenu pluridisciplinaire, mêlant santé publique (30 %), climat et environnement (10 %), Outils spatiaux (15 %), Projets Multiples (45 %). Certaines données sont distribuées en format csv (Excel) pour traitement par les usagers.

L'ambition actuelle de RedGEMS est d'améliorer sa visibilité et de mieux répondre aux besoins et attentes de ses utilisateurs qui devraient bientôt être consultés. Une partie de cette stratégie va s'appuyer sur une coopération active et des liens renforcés

avec Theia et le CES Risque Maladies Infectieuses dont certains des produits répondent aux priorités de RedGEMS. Un autre axe est de mieux faire connaître des travaux innovants menés par la communauté RedGEMS tel ceux décrits dans un article à paraître dans la revue *Geospatial Health* d'ici la fin de l'année sur la COVID-19 et les outils spatiaux (CNES-ESA-NASA-JAXA). ■

Yves TOURRÉ  
 MEDIAS-France  
 RedGEMS

► [www.redgems.org/](http://www.redgems.org/)

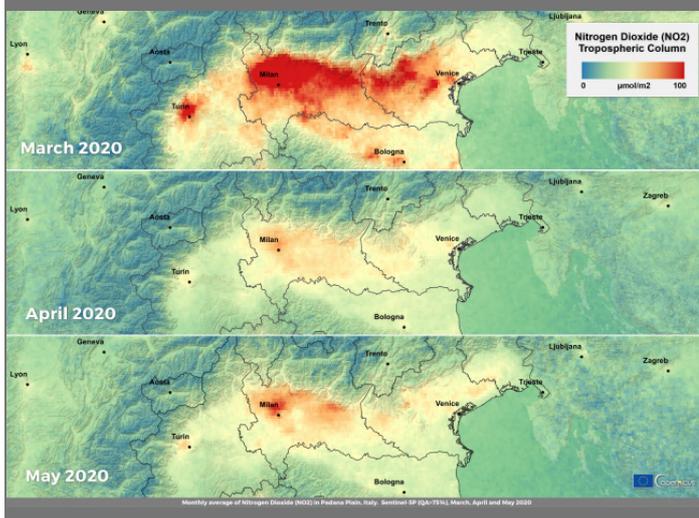
CES Risques Maladies Infectieuses

► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-risques-maladies-infectieuses](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-risques-maladies-infectieuses)

## Des produits spatiaux pour la surveillance en temps réel de la COVID-19

Différents travaux ont fait le lien entre la diffusion de la COVID-19, les variations chimiques de l'atmosphère et la pollution de l'air. Les concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et en particules fines (PM10 et PM2.5) peuvent être responsables de la surexpression de l'enzyme de conversion de l'angiotensine-II (ACE-2) dans les cellules respiratoires humaines.

La surveillance spatiale devient dès lors un outil crucial pour le suivi spatio-temporel de la maladie. Fournir aux systèmes d'information sur la santé des proxys de la pollution atmosphérique et chimique dans la couche limite de l'atmosphère, basés sur les données des agences spatiales - le CNES, l'ESA, la NASA, la JAXA, l'ASI, l'ASC, l'INPE, entre autres, permettrait ainsi aux décideurs impliqués dans la santé publique de surveiller en temps réel les risques de COVID-19. (Tourré et al., 2021, sous-révision, *Geospatial Health*).



L'évolution de la concentration de NO<sub>2</sub> dans le nord de l'Italie. Imagerie de la moyenne mensuelle des niveaux de concentration de NO<sub>2</sub> (µmole/m<sup>2</sup>) dans la colonne troposphérique, mesurée par le satellite Copernicus Sentinel-5P avant, pendant et après la période de confinement sur la plaine de Padana. Le confinement ayant commencé en mars 2020, la baisse des niveaux de NO<sub>2</sub> est particulièrement visible sur les cartes d'avril-mai 2020. (voir la figure ci-contre de l'Union européenne, Copernicus Sentinel-5P, juillet 2020)

## Occupation des sols : cartographie de 3 bassins versants en Haïti

Dans le cadre du projet Territoires Productifs Résilients (TPR), en Haïti, l'équipe CIRAD de l'UMR TETIS a produit des cartes d'occupation du sol à l'aide des chaînes de traitement IOTA<sup>2</sup> et Moringa. Il s'agissait de comparer les résultats et de délivrer des préconisations auprès de l'équipe du Centre National de l'Information Géo-Spatiale (CNIGS) de la République d'Haïti en vue de produire de façon régulière des cartes sur l'ensemble du territoire. L'étude a été menée sur une zone d'étude correspondant à l'emprise de 3 bassins versants du Département des Nippes. Les cartographies produites sont disponibles maintenant sur Theia dans le cadre des travaux menés au sein du CES Occupation des sols. (► Lire aussi p.13)

### Une base de données exemplaire

Dans un premier temps, le Cirad a assisté le CNIGS pour la constitution d'une base de données de référence d'environ 1 600 polygones. Cette base est issue de relevés de terrain et de parcelles photo-interprétées par des experts. La nomenclature retenue est constituée de 3 niveaux de précisions:

- un niveau détaillé (dit « niveau 2 ») comprenant 12 classes (correspondant aux types d'occupation du sol potentiellement distinguables sur les images Pléiades et utiles au projet TPR)

- un niveau moins détaillé (dit « Niveau 1 ») comprenant 8 classes, plutôt destiné à produire une classification avec la chaîne Iota<sup>2</sup> qui n'utilise pas d'image THRS
- un troisième niveau de nomenclature (dit « Niveau 0 ») comprenant 7 classes et regroupant tous les couverts li-

### Références

Lelong C., Dupuy S. 2021. Guide technique. Constitution d'une base de données de référence dédiée à l'apprentissage et la validation des classifications d'images satellites : la vérité-terrain. Montpellier : CIRAD-ES-UMR TETIS, 16 p. <http://agritrop.cirad.fr/597844>

Dupuy S., Lelong C., Gaetano R. 2021. Rapport méthodologique : Cartographie de l'occupation du sol sur le site des NIPPES à Haïti. Montpellier : CIRAD-ES-UMR TETIS, 45 p. <http://agritrop.cirad.fr/597938>

Gaetano R., Lelong C., Dupuy S. 2021. Rapport méthodologique : Inter-comparaison des produits de cartographie de l'occupation du sol avec les chaînes Iota<sup>2</sup> et Moringa : cas d'étude de la région des Nippes en Haïti. Montpellier : CIRAD, 31 p. <http://agritrop.cirad.fr/597991>

gneux cultivés ou non (une distinction entre ces différents Pour mener à bien cette étude, l'équipe a également bénéficié des données diffusées par le CNES :

- Des données à très haute résolution spatiale (Pléiades et Spot6/7) acquises dans le cadre du programme « Recovery Observatory (RO) in Haïti »
- Des données Copernicus Sentinel-2 de niveau 2A distribuées par le pôle de données THEIA (réflectances de surface corrigées des effets atmosphériques et fournies avec un masque des nuages et de leurs ombres).

**...alliée à un MNT**

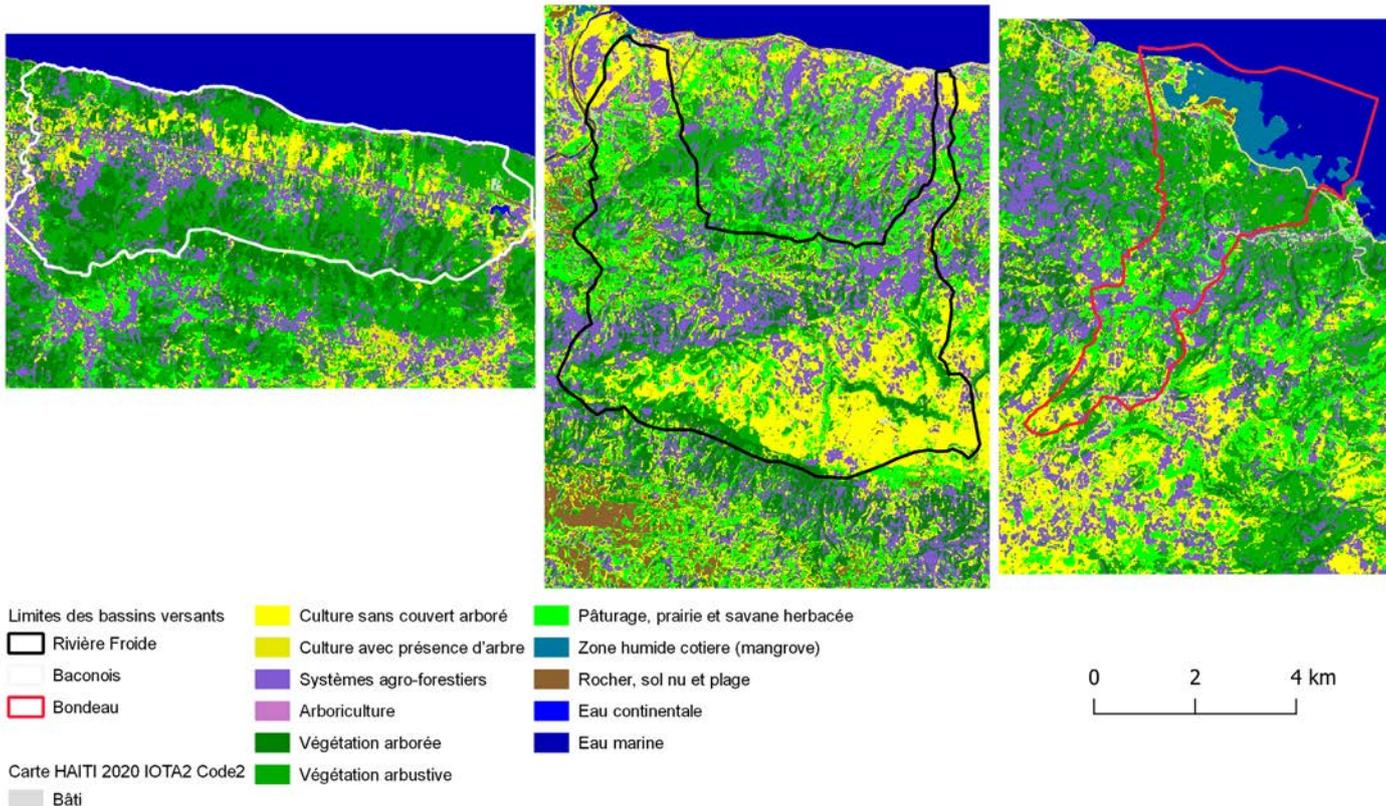
Cette cartographie a également eu recours à un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Issu d'une acquisition LiDAR de 2014 et réalisé par IGN-FI, il a une résolution altimétrique de 20 cm et une résolution spatiale de 1,5 m. Une couche de pentes a pu ainsi être calculée à partir de ce MNT. ■

**Camille LELONG, Stéphane DUPUY  
& Raffaele GAETANO  
Cirad TETIS**

**CES OSO**

► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-occupation-des-sol](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-occupation-des-sol)

**Carte d'occupation du sol 2020 "Code2" obtenue avec la chaîne IOTA2  
(Zoom sur les 3 bassins versants)**



## Un produit pour suivre les 700 000 km<sup>2</sup> de glaciers du globe

Les 700,000 km<sup>2</sup> de glaciers présents à la surface du globe (excluant les calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique) fondent rapidement et altèrent l'hydrologie régionale, contribuent à la hausse du niveau des mers et augmentent les risques naturels. Malgré cela, en raison de la rareté d'observations adaptées et globales, la connaissance de l'évolution des glaciers de notre planète restait jusqu'alors limitée par de fortes incertitudes. Dans une étude récemment parue dans Nature utilisant des archives satellitaires jusqu'à présent largement inexploitées, une équipe internationale dirigée par des glaciologues du LEGOS et associée au CES Glaciers de Theia a cartographié les changements

d'altitude de tous les glaciers du globe à haute résolution spatio-temporelle et ainsi révélé leurs pertes de masse, accélérées et contrastées entre 2000 et 2019. Ces données sont maintenant disponibles de deux façons sur Theia : en visualisation ou en téléchargement global

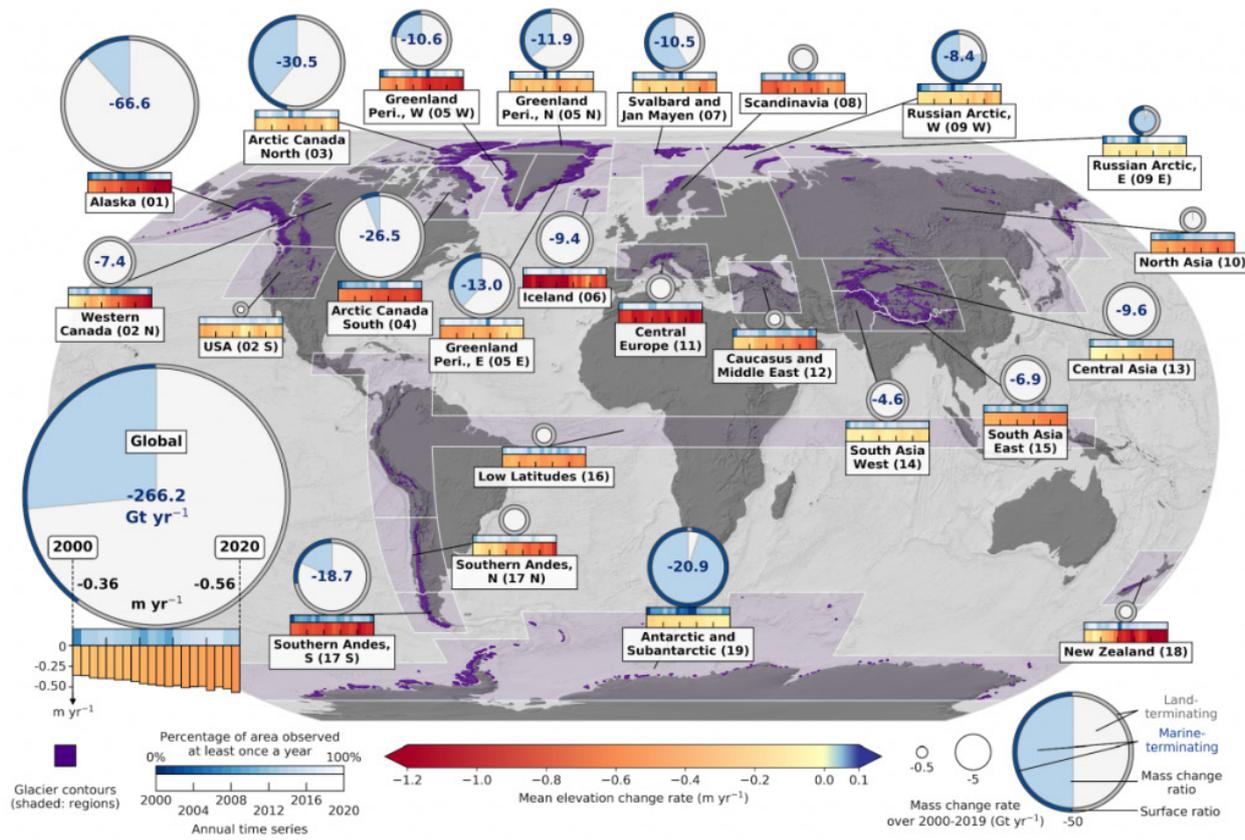
La validation de ce nouveau jeu de données a été réalisée à partir des données des missions ICESat et Ice-bridge, mais aussi grâce aux cartes de différence d'altitude à haute résolution déduites, entre autres, des images Pléiades et SPOT 6-7 obtenues dans le cadre du programme DINAMIS. L'ensemble du projet a été financé depuis bientôt 10 ans par le CNES à travers le programme TOSCA.

### Suivre les glaciers et leur évolution selon les régions

Le produit Changement d'altitude des glaciers a permis aux chercheurs de calculer qu'à l'échelle mondiale les glaciers ont perdu une masse en moyenne  $267 \pm 16$  gigatonnes par an depuis 2000, ce qui équivaut à  $21 \pm 3 \%$  de l'élevation du niveau de la mer. Le produit permet également d'identifier une accélération

### Référence

Hugonnet, R., McNabb, R., Berthier, E., Menounos, B., Nuth, C., Girod, L., Farinotti, D., Huss, M., Dussaillant, I., Brun, F., and Kääb, A.: Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century, *Nature*, 2021.  
DOI : 10.1038/s41586-021-03436-z



de la perte de masse de  $48 \pm 16$  gigatonnes par an par décennie, expliquant 6 à 19 % de l'accélération observée de l'élévation du niveau de la mer. Les taux d'amincissement des glaciers en dehors de la périphérie des deux calottes glaciaires ont doublé au cours des deux dernières décennies. Les glaciers perdent actuellement davantage de masse, et à des taux d'accélération similaires ou plus rapides, que les calottes glaciaires du Groenland ou de l'Antarctique prises individuellement.

Grâce à ces nouvelles estimations, nous découvrons une évolution contrastée des glaciers d'une région à l'autre et d'une décennie à l'autre, cohérente avec la variabilité régionale des précipitations et de la température. Ces données mettent clairement en évidence la décélération des pertes de masse dans l'Atlantique Nord, une forte accélération en Alaska et nord-ouest du Canada et, semble-t-il, la fin de l'anomalie du Karakoram où les glaciers ne perdaient pas de masse avant 2010.

Ces nouvelles estimations, très résolues, devraient contribuer à mieux comprendre les facteurs qui contrôlent l'évolution des glaciers, et à calibrer et améliorer les projections pour le 21<sup>e</sup> siècle,

Figure 1. Carte des pertes de masse des grandes régions glaciaires entre janvier 2000 et décembre 2019. Les frises colorées illustrent l'évolution temporelle pour chaque région. Les cercles distinguent la contribution relative des glaciers se terminant dans la mer ou sur le continent. Source : Hugonnet et al., *Nature*, 2021.

aussi bien à grande échelle qu'à fine échelle. L'amélioration des projections futures est un facteur critique pour nourrir les politiques d'adaptation sur la gestion de la ressource en eau et l'atténuation des impacts de l'élévation du niveau de la mer sur les milieux côtiers. ■

Romain Hugonnet & Étienne Berthier, LEGOS, co-animateur du CES Glaciers

Produit Changement d'altitude des glaciers  
 ► [www.theia-land.fr/product/altitude-des-glaciers/](http://www.theia-land.fr/product/altitude-des-glaciers/)

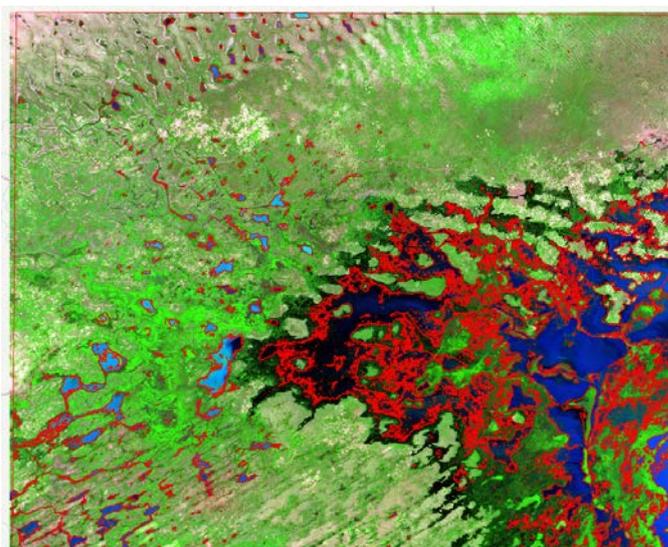
CES Glaciers  
 ► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-glaciers/](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-glaciers/)

## ExtractEO, observatoire des surfaces en eau appliqué au lac Fitri

ExtractEO est un logiciel développé par ICube-SERTIT, mettant en œuvre des chaînes automatisées de bout en bout sur des données satellitaires. ExtractEO est capable de traiter différents satellites et dispose de plusieurs chaînes implémentées, de l'extraction de l'eau et du feu à la détection des nuages. L'objectif d'ExtractEO est de travailler à la fois dans un contexte de séries temporelles et de larges zones d'études (larges fenêtres spatiales et temporelles).

Le lac Fitri, situé en zone semi-aride au Tchad au sein de la bande sahélienne, est un lac à fond plat à forte variabilité intra et inter annuelle. Cela est lié à la variabilité de la mousson ouest

Surfaces en eau du lac Fitri, affichées avec une bordure rouge et détectées à partir de l'image Sentinel-2 acquise le 22 septembre 2020, affichée ici en fond et avec une composition colorée Moyen-Infrarouge / Proche-Infrarouge / Rouge pour faire ressortir les surfaces en eau





Courbe de suivi des surfaces en eau du lac Fitri sur la période janvier 2017 – février 2021, surfaces exprimées en km<sup>2</sup>

africaine qui s'exprime au lac Fitri par des fluctuations de grande amplitude de la superficie des eaux libres et de la profondeur du lac, à toutes les échelles de temps (de la saison à plusieurs millénaires). Ces dernières décennies, depuis les sécheresses des années 1970-1990, les superficies des eaux libres et des marécages ont doublées et se sont stabilisées depuis le début des années 2000 (Yalikun et al., 2020). La chaîne de traitement a été appliquée sur la série temporelle Sentinel-2 couvrant le lac Fitri de janvier 2017 à février 2021. Un masque d'eau et un masque de nuages sont dérivés automatiquement de chaque observation Sentinel-2. Les 246 images Sentinel-2 sont sélectionnées et téléchargées par ExtractEO directement, à partir de la plateforme CREODIAS. Les surfaces en eau sont détectées à partir d'un algorithme perceptron multicouche (réseau de neurones) et intégrant la base de données Global Surface Water (Pekel et al., 2016) pour l'échantillonnage.

### Comprendre les dynamiques du lac

Une courbe de suivi des surfaces en eau du lac dans le temps est produite à partir des surfaces calculées pour chaque date exploitable (pas de nuages au-dessus du lac). Les variations de surfaces du lac sont impressionnantes avec une surface minimale de 194 km<sup>2</sup> et une surface maximale de 1249 km<sup>2</sup> sur la période observée. Par ailleurs, La dynamique des surfaces en

eau est similaire pour les années 2017, 2018 et 2019. En 2020, la montée des eaux est significative puisque l'étendue maximale observée cette année correspond au double de la surface maximale observée lors des trois années précédentes. Des produits d'occurrence sont également dérivés des masques d'eau du lac : occurrence annuelle et occurrence globale sur la période d'observation de 4 ans. Ces cartographies sont très utiles pour comprendre les dynamiques inter et intra-annuelle du lac.

L'ensemble des résultats offre des informations très riches pour l'étude et la gestion de ce lac. Une combinaison avec des données altimétriques est en cours par le LEGOS pour dériver des courbes hypsométriques et extraire les variations de volume. Un tel suivi régulier de la crue du lac Fitri, en plus de la pluviométrie, fournirait un excellent indicateur des tendances du climat dans cette région très peu étudiée, mais aussi des tensions sur les ressources dans le cadre de la croissance démographique. Dans ce but un projet TOSCA a été déposé, associant PRODIG, LEGOS, EOST, SERTIT et CEREGE.

C'est un succès pour ExtractEO qui permet de dériver automatiquement des masques d'eau et de nuage de très bonne qualité sur une série temporelle (Sentinel-2 mais aussi Sentinel-1), de calculer les surfaces pour construire une courbe de suivi et, enfin, de compiler des produits d'occurrence. ■

### Références

Jean-Francois Pekel, Andrew Cottam, Noel Gorelick, Alan S. Belward, High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature 540, 418-422 (2016). doi:10.1038/nature20584

Yalikun T., Raimond C., Nagornagar, Zakinet D., Schuster M., Sylvestre F., 2019 : Variabilités des crues et des paysages du lac Fitri depuis les grandes sécheresses des années 1970-1990.

Jérôme MAXANT, Thomas LEDAUPHIN & Hervé YESOU  
Cube-SERTIT

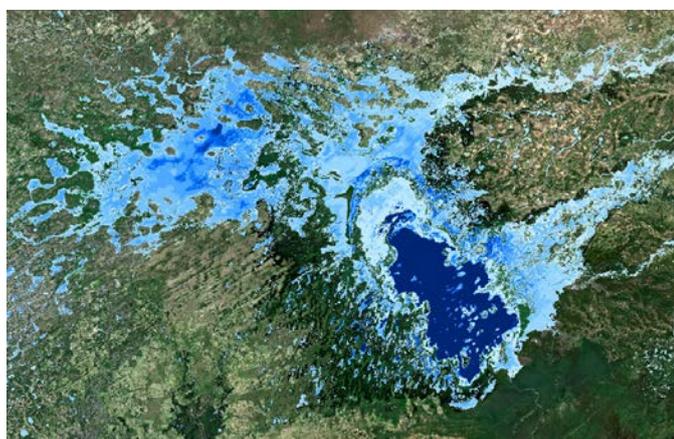
► [sertit.unistra.fr](http://sertit.unistra.fr)

Christine RAIMOND  
CNRS - PRODIG

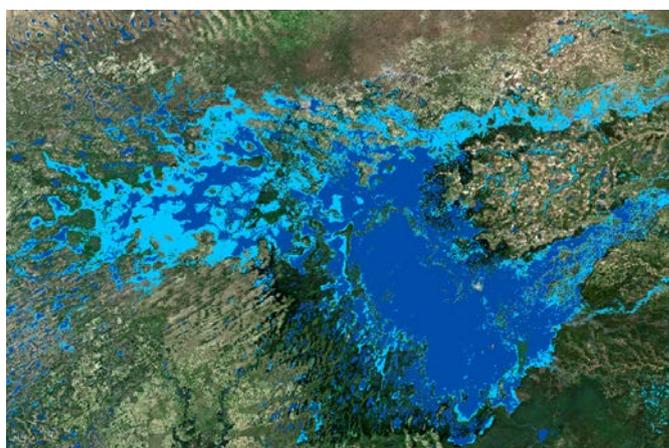
► [www.prodig.cnrs.fr](http://www.prodig.cnrs.fr)

CES Cartographie et suivi des surfaces en eau

► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-cartographie-et-suivi-des-surfaces-en-eau/](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-cartographie-et-suivi-des-surfaces-en-eau/)



Carte d'occurrence 2020 avec un dégradé de bleu indiquant la fréquence de présence de l'eau dans l'année, le bleu foncé correspondant à l'eau permanente ; en fond l'image Sentinel-2 acquise le 22 septembre 2020 en couleurs naturelles



Étendue maximale observée sur les trois années 2017-2018-2019 en bleu foncé, et surfaces en eau supplémentaires observée en 2020 ; en fond l'image Sentinel-2 acquise le 22 septembre 2020 en couleurs naturelles

## PlanetObserver : Maximiser vos projets grâce à des données géospatiales performantes

Créée en 1989, PlanetObserver est une PME clermontoise dont toutes les activités sont liées à la télédétection et à l'observation de la terre. L'entreprise se positionne en tant qu'expert en données géospatiales à forte valeur ajoutée qui maximisent les performances visuelles et technologiques des projets et solutions clients. Depuis sa création, tous les produits sont développés en interne, en s'appuyant sur un savoir-faire élevé en matière de traitement des données géospatiales et sur 30 ans d'expertise technologique et d'innovation.

### Expertise et innovation dans les données géospatiales

PlanetObserver développe et commercialise des produits d'imagerie et d'élévation de couverture mondiale. En tant que distributeur autorisé d'Airbus DS pour la zone Europe, l'entreprise propose également un large portfolio de données imagerie et élévation très haute résolution.

Dans le domaine de l'imagerie, le savoir-faire de PlanetObserver couvre l'assemblage de milliers d'images satellite, le traitement colorimétrique et la création de mosaïques homogènes et sans sutures, géoréférencées et orthorectifiées. Cela se traduit par la mosaïque PlanetSAT Global de résolution 10 mètres qui offre une expérience visuelle inégalée aux utilisateurs. Remis à jour tous les ans avec de nouvelles données Sentinel-2, ce produit phare de PlanetObserver est notamment intégré dans l'offre OneAtlas Basemap d'Airbus ainsi que dans le Géoportail de l'IGN. Il est également utilisé comme fond cartographique par Thales, Boeing et Hensoldt Avionics dans leurs solutions de simulation de vol ainsi que dans la solution d'IFE (Inflight Entertainment) de Betria Interactive.

L'expertise de l'entreprise s'est élargie au traitement des données d'élévation. PlanetObserver produit les données d'élévation mondiales PlanetDEM à partir de données open source qui sont agrégées et corrigées pour offrir une qualité optimale. L'ESA

Mosaïque PlanetSAT Global dans la solution d'IFE FlightPath 3D de Betria Interactive

et le CNES ont notamment utilisé ces données dans le cadre de l'orthorectification des images satellite Sentinel-2 du programme Copernicus. CONNECT by CNES soutient aujourd'hui PlanetObserver dans son projet de R&D dans le domaine des données d'élévation.

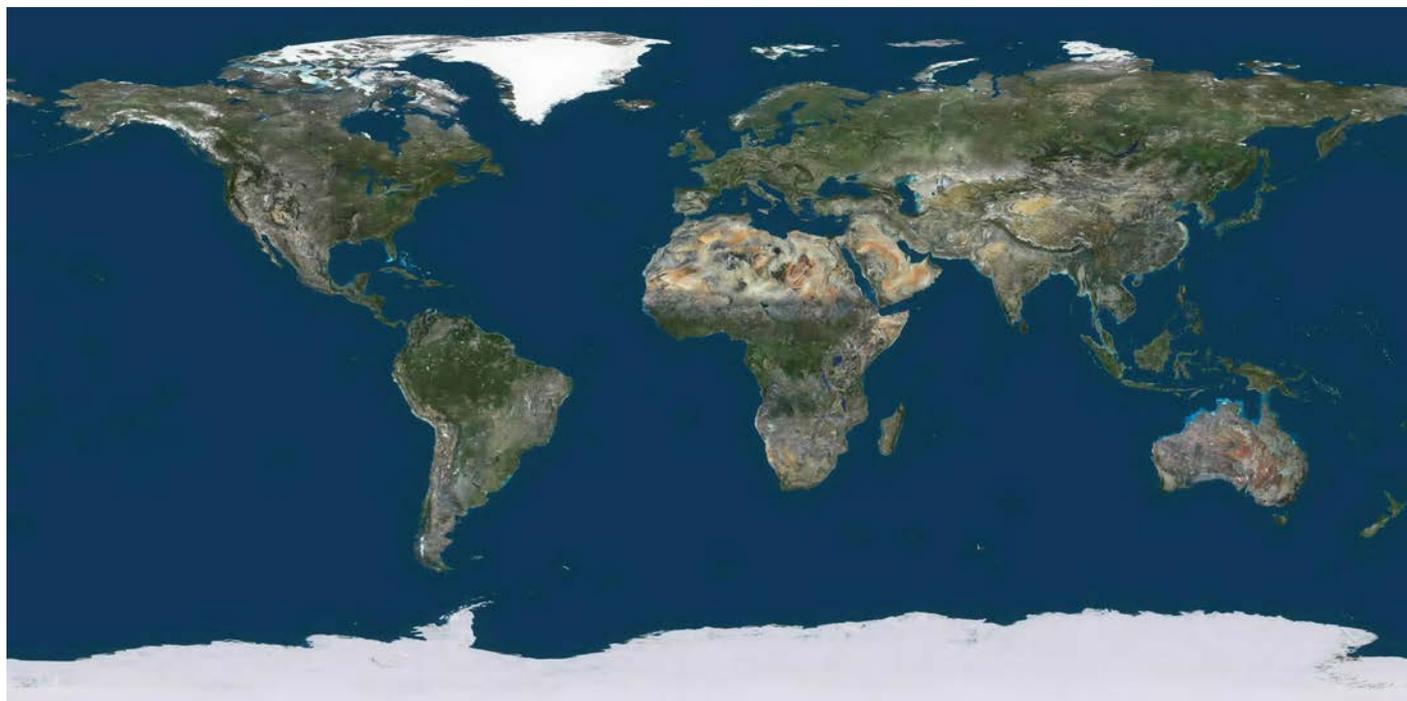
L'expérience et les compétences de l'équipe technique permettent de garantir un niveau de qualité très élevé dans le traitement de l'imagerie satellite et des données d'élévation. Tous les produits sont disponibles sous forme de données «plug-and-play», simples à intégrer dans toute solution. Le travail est réalisé par une équipe pluridisciplinaire incluant des profils de Docteur en Géographie de l'environnement et télédétection, Master en géologie et informatique et technicien en infographie.

### Une entreprise novatrice au service de secteurs variés

Les données géospatiales de PlanetObserver viennent enrichir de nombreuses applications tant commerciales que militaires. Que ce soit des solutions de web-mapping, de visualisation et de simulation 2D et 3D, des applications de moving maps, des outils SIG ainsi que la production cartographique et audiovisuelle. Le savoir-faire de PlanetObserver, liant technicité et esthétique, est reconnu par des grands acteurs du secteur en France et à l'international, tels que Airbus DS, Boeing, le CNES, Dassault Aviation, l'ESA, Eastview Geospatial, IGN, L3Harris, Sogitec et Thales.

Membre d'Aerospace Valley et de la French Tech, PlanetObserver est connecté à l'écosystème du spatial et des données géographiques. Retrouvez-nous à l'occasion d'événements tels que les Industry Space Days de l'ESA ou bien les prochains GéoDataDays 2021 à Grenoble (► Lire p.6).

Marie-Pierre BOUTIN  
PlanetObserver  
► [planetobserver.com/](https://planetobserver.com/)



## « Contribuer à la montée en compétences de nos partenaires du Sud dans les domaines d'application de l'Observation de la Terre, partant des ressources qu'offre le Pôle

**Qui êtes-vous et quel est votre rôle au sein du pôle Theia ? Comment et pourquoi vous êtes-vous engagé dans le pôle Theia ? Depuis quand ?**

**Jean-François Faure** : Je suis Ingénieur de Recherche à l'IRD au sein de l'UMR Espace-dev et je suis membre du Bureau exécutif du Pôle, au titre de représentant de l'IRD. En 2016 j'ai proposé au Comité Directeur de labelliser un ART dédié aux coopérations scientifiques et techniques avec les pays du Sud : le réseau GeoDEV, que j'anime depuis sa création avec des collègues de l'IRD, du CIRAD et du CNES. Enfin, j'assure également au Bureau un rôle de correspondant du Dispositif Institutionnel National d'Approvisionnement Mutualisé en Imagerie Satellitaire (DINAMIS), dont je suis le Secrétaire Exécutif et qui est une composante transverse de l'IR Data Terra.

Mon engagement dans le Pôle est ancien : dès 2011, de par mon implication dans le projet fondateur EQUIPEX GEOSUD (Montpellier), j'ai participé aux nombreuses réunions qui préparaient la réactivation du Pôle Thématique Surface Continentales (PTSC). C'est au cours de l'une de ces réunions que j'ai suggéré de le baptiser « Theia », qui est une Titanide de la mythologie grecque fille de l'union d'Ouranos, le Ciel, et de Gaïa, la Terre.

**Comment s'articulent vos activités de coordinateur de l'art GeoDEV et de chercheur dans l'observation de la Terre ?**

**Jean-François Faure** : La finalité de l'ART GeoDEV est de contribuer à la montée en compétences de nos partenaires du Sud dans les domaines d'application de l'Observation de la Terre, partant des ressources qu'offre le Pôle. Elle est en lien direct avec l'une des Cellules de mon UMR, dont je m'occupe avec mon collègue B. Mertens : la cellule valorisation et transfert des outils, méthodes et connaissances issues de l'Unité.

Dans le cadre des projets de recherche applicative que j'ai l'occasion de porter ou d'animer, cette dimension très importante fait systématiquement l'objet de volets ou d'axes spécifiques, pour accompagner l'appropriation, la collaboration et co-production avec nos partenaires de résultats de recherche. Par exemple, dans le cadre d'un projet déposé au Space Climate Observatory (CNES)



Entretien avec  
Jean-François Faure

Ingénieur de recherche Espace-dev, IRD, représentant IRD au BE Theia, secrétaire exécutif DINAMIS.

Animateur de l'ART GeoDEV

► [www.theia-land.art-geodev.fr](http://www.theia-land.art-geodev.fr)

consacré au suivi des forêts de mangroves par imagerie Sentinel 2 via la mise en place d'une e-plateforme de services en ligne, un plan de formation, d'usages, de retours d'expériences à la plateforme est programmé et devrait se dérouler au premier semestre 2022. Nous attendons beaucoup de ce type d'actions, qui nous permettent d'intégrer à nos recherches des attentes sociétales au service d'une science engagée, impliquée et ouverte conformément à la politique générale que l'IRD promeut. Cette posture rejoint les principes fondateurs de Theia, qui s'inscrivent dans le partage et la mutualisation de données et de ressources en télédétection.

**Quels sont les besoins au Sud aujourd'hui ? À votre avis, quelles sont les plus belles réalisations de Theia dans**

**ce domaine et les grands défis à relever à l'avenir pour le pôle ?**

**Jean-François Faure** : Les partenaires du Sud sont unanimes sur la question de la formation. Sans se substituer aux entités compétentes en la matière, nous tentons d'adresser cette question dans l'ART en étroite collaboration avec le Pôle. Des écoles d'été sont proposées, nous travaillons régulièrement à des Fiches de sensibilisation, à des supports pédagogiques, et organisons des Ateliers collaboratifs de travail dédiés à la découverte de l'observation de la Terre, à l'expression de besoin de nos partenaires en termes d'imagerie et d'indicateurs issus d'imagerie satellitaire, à la co-construction de projets applicatifs prioritaires en lien avec le Pôle.

Au-delà de ces besoins récurrents, il apparaît que le concept même de Pôle de compétence en observation de la Terre soit porteur d'une valeur intrinsèque qui suscite un intérêt fort de beaucoup de partenaires du Sud, qui souhaitent se lancer dans la mise en place de structures similaires.

En termes de défis et d'enjeux scientifiques, les applications qui permettent d'approcher la mesure et le suivi d'impacts des changements climatiques sur les milieux et les environnements anthropisés émergent clairement et fortement depuis quelques années. C'est l'une des raisons pour lesquelles les partenaires de GeoDEV appellent des projets de mise en place de Pôles tels que Theia.



# « Tout ce qui peut documenter les changements, évolutions et tendances contribue, de fait, à fournir des informations-clés pour les études environnementales »

**Qui êtes-vous et quel est votre rôle au sein du pôle Theia ? Comment et pourquoi vous êtes-vous engagée dans le pôle Theia ?**

**Silvia Valero :** Je suis Maître de Conférences en Informatique à l'Université Paul Sabatier - IUT'A, Toulouse. Mon activité de recherche au sein du laboratoire CESBIO se concentre sur les domaines du traitement d'images et de l'apprentissage automatique. J'ai rejoint l'équipe Theia en janvier 2021 en prenant la responsabilité d'animatrice du CES Occupation des sols (OSO) à la place de Jordi Inglada.

Mon implication découle des projets Sen2Agri et SenSAgri qui se sont concentrés sur le développement de nouvelles méthodologies pour la cartographie des cultures à grande échelle à l'échelle de l'Europe. Ma motivation pour cet engagement est de contribuer à favoriser les échanges entre les organismes de recherche et les utilisateurs pour améliorer le produit OSO existant. C'est très important pour moi de participer à réunir la communauté française (organismes de recherche et utilisateurs) pour répondre aux grands enjeux scientifiques et sociétaux. L'un de mes principales activités est le développement de nouvelles méthodologies d'apprentissage automatique pour l'exploitation des données de télédétection. Le produit Occupation des sols disponible sur Theia est principalement produit par la classification de séries temporelles d'images satellites optiques. La synergie est claire !

**Quelles sont selon vous les priorités actuelles en termes de cartographie d'occupation des sols ?**

**Silvia Valero :** Une révolution des applications en télédétection est en cours dans cette nouvelle ère d'intelligence artificielle et de « big data ». L'intégration des connaissances humaines dans l'apprentissage automatique pour la cartographie de l'occupation du sol est un axe de recherche très prometteur. Dans ce contexte, le CES OSO favorise une opportunité de discuter des développements de la recherche et de collecter les connaissances des acteurs de l'État et des utilisateurs.



Entretien avec  
Silvia VALERO

Maître de conférence à  
l'Université Paul-Sabatier,  
Toulouse.

Animatrice du CES Occupation  
des sols

► [www.theia-land.fr/ceslist/ces-occupation-des-sols](http://www.theia-land.fr/ceslist/ces-occupation-des-sols)

Les utilisateurs ont déjà évoqué plusieurs attentes. Comme par exemple, la nécessité des cartes d'occupation des sols plus fréquentes (idéalement saisonnières) avec des légendes d'occupation des sols « adaptatives ». Ainsi, des cartes avec une résolution spatiale plus élevée sont toujours nécessaires pour les utilisateurs qui aiment par exemple cartographier les éléments linéaires verts. En termes de nomenclature, la cartographie de certaines classes d'occupation du sol est malheureusement encore difficile (comme les zones de végétation naturelle telles que friche, pelouses, etc.) Les utilisateurs ont aussi souligné la nécessité de cartographier l'occupation de sol des années précédentes (sans données Sentinel) pour l'étude de l'évolution historique de l'occupation du sol. Ce produit pourrait fournir des informations clés pour les études environnementales afin d'étudier les changements, évolutions et tendances. Malheureusement, la

cartographie des années passées est très difficile du fait de ne pas avoir de données (satellitaire à haute résolution temporelle et données références)

**À votre avis, quelles sont les plus belles réalisations de Theia et les grands défis à relever à l'avenir pour ?**

**Silvia Valero :** En ce qui me concerne, la plus belle réalisation me semble être la mise à disposition de données et de produits pour les différents utilisateurs. Dans ce sens, Theia a permis de favoriser les échanges et la communication. Dans un avenir immédiat, le grand volume de données représente un défi important, à la fois pour assurer que Theia dispose de la structure informatique nécessaire et pour accompagner les utilisateurs face à la grande quantité de données disponible. Quelles informations sont essentielles ? Comment répondre aux nouvelles demandes des utilisateurs ? Comment exploiter les différentes modalités de données ? Une autre tâche difficile mais nécessaire pour Theia est de mettre en concordance les différents produits (et les autres produits européens) et d'assurer leur évolution.

## Bulletin Theia

Directeurs de publication : N. Baghdadi (INRAE) - T. Barroso (CNES)

Conception - réalisation : I. Biagiotti (Theia)

Ont contribué à ce numéro : C. Arcias, E. Barbe, K. Barthelemy, É. Berthier, I. Biagiotti, M.-P. Boutin, T. Catry, R. Cresson, S. Dupuy, J.-F. Faure, R. Hugonnet, M. Jagaille, T. Ledauphin, C. Lelong, J. Massenet, J. Maxant, A. Moreau, K. Osé, M. Paulin, C. Raimond, P. Rossello, A. Rouault, C. Teillet, Y. Tourré, S. Valero, H. Yésou

Nous suivre :

► [www.theia-land.fr](http://www.theia-land.fr) | ► @PoleTheia | ► [linkedin.com/company/pole-theia](https://www.linkedin.com/company/pole-theia)

Crédit photo Une : Les vignobles de Châteauneuf-du-Pape, le 14 avril 2021, après la vague de gel des 6 et 8 avril. European Union, Copernicus Sentinel-2 imagery

