

n° 14- Décembre 2020

SOMMAIRE

Actus	1
Produits & CES	6
Expertise privée	14
Paroles de Theia	15

Mot des directeurs scientifique & technique

Cette année 2020 a été particulière pour Theia comme pour nous tous avec moins d'événements en présentiel et donc moins de rencontres entre ses membres. Dans ce contexte, le maintien le 17 septembre à Montpellier de l'édition 2020 de l'AppSpace (co-organisée par Theia) restera un moment d'autant plus fort avec ses 191 participants motivés et des échanges très riches.

Pour autant, la production Theia est restée soutenue même durant les

épisodes de confinement, et la famille des produits Theia ne cesse de s'agrandir et de se diversifier : détermination d'unités paysagères, mesure de l'humidité de la zone racinaire, cartographie de l'humidité à l'échelle parcellaire sur de nombreux sites, 38 années de variables de la végétation à l'échelle mondiale...

Parallèlement, malgré les contraintes inhérentes à la pandémie, le travail de terrain auprès des utilisateurs par les ART continue. Les ateliers Occupation du Sol en Nouvelle Calédonie, l'amélioration de l'IDG d'OpenIG ou les fiches thématiques proposées par GeoDEV en témoignent.

Ce numéro du Bulletin illustre l'engagement et de la motivation constante des équipes de recherche, de production et d'animation qui font le pôle, et c'est sur cette dynamique que nous nous appuyons en 2021 pour continuer les activités de Theia. Gardez vos agendas à portée de main : beaucoup de rencontres thématiques devraient vous être proposées dans les mois à venir ! ■

ACTUS

Nouvelle-Calédonie Un deuxième rendez-vous réussi avec le spatial

La 2nde édition du séminaire « Observation spatiale au service de la Nouvelle-Calédonie » (OSS NC) s'est tenue du 16 au 18 novembre 2020. Elle a réuni plus d'une centaine de participants, à la fois en présentiel et à distance.

Organisé par l'ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie sur trois journées avec des sessions d'initiation et de présentations plénières ou encore des ateliers de travail thématiques, le séminaire a été suivi par près de 125 inscrits issus de tous secteurs confondus (public, privé, associatif...), dont 14 personnes en visio-conférence et 7 experts intervenant depuis la métropole.



Après une ouverture officielle par le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, l'Université de la Nouvelle-Calédonie et l'IRD-Nouvelle-Calédonie, l'évènement s'est déroulé en deux temps majeurs :

- Les plénières avec, notamment, des interventions de références métropolitaines, dont le CNES (Gilles Rabin), Theia (Nicolas Baghdadi et Arnaud Sellé), Aerospace Valley (Philippe Lattes) ou encore le SHOM (Yvan Lubac) ;
- Les ateliers thématiques traitant de la sécheresse, de l'occupation des sols, du suivi de l'espace maritime et de la biomasse, avec des interventions, notamment du CESBIO, au titre des CES Humidité des Sols et Biomasse.

Les interventions ont été particulièrement intéressantes, les échanges très constructifs et des actions identifiées à court, moyen et long terme, offrant des perspectives probantes aux différents sujets abordés.

L'évènement aura également été l'occasion d'officialiser entre ses co-animateurs, INSIGHT et l'IRD-NC, la démarche de mise en place d'une convention officialisant la création de l'ART calédonien ! ■

Marc DESPINOY (IRD)
& Jean MASSENET (INSIGHT),

animateurs de l'ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie

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

(Re)vivez l'AppSpace 2020

Toutes les interventions (présentations et vidéos) de l'AppSpace 2020 qui s'est tenu à Montpellier en septembre 2020 sont disponibles sur le site d'OpenIG

► www.openig.org/evenements/appspace-2020

Élaborer une cartographie adaptée de l'occupation des sols en Nouvelle-Calédonie

Dans son rôle d'accompagnement de la communauté géomatique calédonienne, l'ART GeoDEV NC a organisé la tenue de plusieurs ateliers de travail visant à plancher collégalement sur une couche d'occupation et d'usage des sols adaptée à la Nouvelle-Calédonie. La démarche a été initiée lors du séminaire OSS NC 2019, avec une demi-journée d'Atelier thématique dédié à l'Occupation des Sols permettant un état des lieux global du sujet en Nouvelle-Calédonie.

Construire une représentation précise des besoins et mutualiser les moyens

Pas moins de cinq ateliers de travail ont ensuite été animés par l'ART avec différents collègues (territoire, Provinces, communes, bureaux d'études...). Ils ont permis de construire une représentation des besoins la plus exhaustive possible, avec la participation de profils particulièrement variés et de différents experts métiers, utilisateurs actuels comme potentiels. Puis a été organisé un atelier de présentation et de mise en commun des différents travaux, dont l'objectif était de définir de manière collégiale la couche d'information la plus adaptée en termes de typologie, de temporalité ou encore d'échelle d'utilisation. Enfin, à l'occasion d'OSS NC 2020 et de l'Atelier thématique dédié, une présentation du travail finalisé a pu être faite, désignant notamment sur quelques actions à court et moyen terme.

Cette démarche globale permettra d'aboutir à une vision plus éclairée pour les gestionnaires quant à la production régulière d'une couche de référence d'occupation et d'usage des sols



Cinq ateliers ont permis de construire une représentation précise des besoins néo-calédoniens en termes de cartographie de l'occupation des sols

adapté à la Nouvelle-Calédonie et aux usages, en fonction à la fois des besoins concrets et des budgets allouables. La mutualisation permettra ainsi de répondre à un maximum d'attentes des différents utilisateurs et financeurs. ■

Marc DESPINOY (IRD)
& Jean MASSENET (INSIGHT),

co-animateurs de l'ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie

► www.theia-land.fr/artlist/art-geodev-nouvelle-caledonie/

Occitanie : une nouvelle Infrastructure de Données Géographiques pour OPenIG

Après la mise en ligne d'une version bêta au printemps 2020, OPenIG, la plateforme régionale de l'information géographique en Occitanie coanimatrice de l'ART Occitanie (► Lire Bulletin 13), propose une première version stabilisée de son nouveau portail web pour cette fin d'année 2020.

Des fonctionnalités conçues avec les utilisateurs

Développé par la société toulousaine Neogeo avec la participation des adhérents d'OPenIG, le portail openig.org offre :

- Un site internet plus convivial pour retrouver toutes les informations sur les activités de l'association.
- Une IDG nouvelle génération pour rendre les données plus accessibles, des plus sensibles à celles en Open Data. Grâce aux fonctionnalités de téléchargement et de flux WMS, les utilisateurs peuvent enrichir leur SIG et leurs applications métiers. Avec son interface ergonomique, un adhérent peut facilement cataloguer et diffuser ses données sous une forme simplifiée mais aussi au format INSPIRE. OPenIG assure aussi la remontée des données et leur porté à connaissance sur les infrastructures nationales comme data.gouv.fr.
- Un moteur de recherche pour accéder aux données référencées dans les autres portails régionaux (open data de la Région et services de l'État).

De nouveaux services sont prévus en 2021, rejoignez l'association et ses groupes de travail pour les construire avec nous. L'équipe se tient à votre disposition pour répondre à toutes vos questions. ■

Myriam CROS (OPenIG)

► www.openig.org

GeoDEV : six fiches thématiques pour les utilisateurs du Sud

L'ART GeoDEV a entamé, avec l'appui de La Téléscop, la rédaction d'une série de fiches pédagogiques visant à répondre aux attentes des utilisateurs des produits thématiques Theia. Il s'agit de recenser les produits offerts pour répondre à de grandes questions concrètes – suivi des forêts, de l'urbanisation, de l'inondation, prévention des maladies vectorielles, des inondations, etc.

Les fiches, rédigées avec les chercheurs qui ont élaboré les produits, offrent des informations synthétiques et accessibles sur l'utilisation concrète des produits. En accord avec le focus géographique de l'ART GeoDEV, ces fiches privilégient des exemples d'utilisation dans les pays du Sud et les territoires outremer.

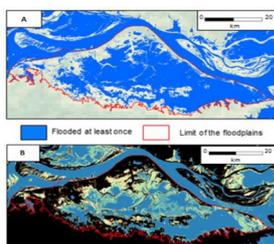
Six fiches ont déjà été produites :

- Fiche GeoDEV Inondations : « Détecter et suivre les étendues et volumes d'eau »

- Fiche GeoDEV Tâche artificialisée : « Suivre et identifier les habitats précaires »
- Fiche GeoDEV Gestion des ressources forestières : « Suivre les forêts et les indices de la biodiversité »
- Fiche GeoDEV Maladies à transmission vectorielle : « Suivre le risque épidémiologique de dengue en milieu urbain »
- Fiche GeoDEV Irrigation agricole : « Mesurer et gérer l'usage de l'eau dans les zones cultivées »
- Fiche GeoDEV Aménagement du territoire & paysage : « Segmenter l'espace par les paysages »

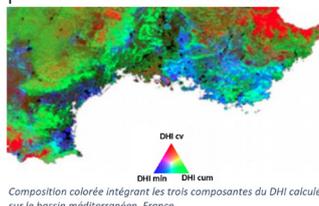
Toutes les fiches sont disponibles au téléchargement dans l'espace Ressources du site GeoDEV

► www.theia-land.art-geodev.fr/ressources/ ■

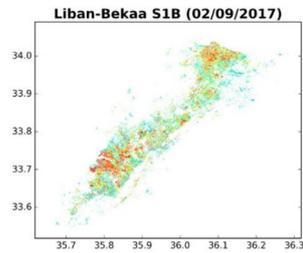


Cartographie Sentinel 1 de l'extension maximale d'inondation et de la durée annuelle d'inondation en 2017 pour la plaine de Curuai, bassin amazonien, Brésil.

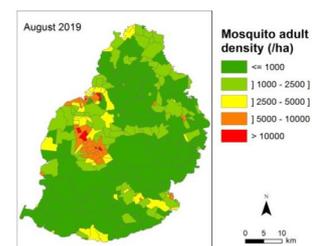
Volumes d'eau de surface des plaines d'inondation DHI, Humidité du sol, tâche artificialisée, densité de moustique... Quelques exemples de produits présentés dans les fiches.



Composition colorée intégrant les trois composantes du DHI calculé sur le bassin méditerranéen, France.



Tâche artificialisée de la ville de Onitsha (Nigeria) produite par Urba-Opt à partir de données Sentinel 2



Exemple de sortie de l'outil ARBOCARTO : carte de densité de moustique tigre, Août 2019, Maurice

Women in Copernicus : un projet européen pour réinventer la place des femmes dans le spatial

Le projet Women in Copernicus a conduit une enquête entre juillet et octobre 2020 sur la place des femmes dans le spatial et dans le programme Copernicus.

460 réponses

Sans être représentatives de l'ensemble de l'écosystème, les 460 réponses reçues fournissent un premier aperçu d'un sujet qui mériterait une plus grande attention à l'avenir.

Ces femmes, majoritairement issues du milieu académique (43 %) et du secteur privé (25 %), veulent être visibles : elles sont fières de leurs métiers et veulent en parler. Les résultats confirment l'existence de préjugés sexistes dans le secteur de Copernicus. La moitié des femmes qui ont répondu les ont perçus tant pendant leurs études que pendant leur carrière où elles sont minoritaires par rapport aux hommes. Ce déséquilibre est moins marqué dans les tranches d'âges plus jeunes sans qu'il soit possible de trancher entre une diminution tendancielle de ce déséquilibre ou une illustration de « tuyau percé », « *leaky pipeline* », métaphore de la proportion importante de femmes ne poursuivant pas leur carrière académique.

Les femmes affirment devoir constamment prouver leurs capacités sur le lieu de travail. Pour la moitié d'entre elles, le manque de confiance en soi est responsable d'opportunités manquées dans leur carrière, et également identifié comme un obstacle majeur dans le choix des jeunes filles en matière d'orientation.

Proposer des solutions

Les femmes interrogées proposent des solutions pour rendre Copernicus plus inclusif, comme identifier et mettre en lumière des rôles modèles, mais aussi toutes les femmes travaillant



dans ce secteur ; mettre en place des politiques pour atteindre la parité dans le secteur de Copernicus, spécialement à des postes hiérarchiques ; créer et favoriser un environnement professionnel avec plus d'empathie et d'écoute, par exemple en mettant en place des systèmes de mentorat/tutorats et des réseaux de partage d'expérience et/ou de connaissances.

Le projet Women in Copernicus a bénéficié d'un financement de la part de CoRdiNet et de l'engagement volontaire d'une équipe de femmes européennes. La première phase s'achève avec la diffusion des résultats. La réflexion sur la suite du projet est ouverte à toutes et tous. La poursuite du projet nécessitera des ressources humaines et financières. ■

Marie JAGAILLE
(GIS BRETEL, ART Bretagne)

En savoir plus
► womenincopernicus.eu/

Suivre sur Twitter
► twitter.com/WomenCopernicus

Venus : proposez vos sites d'observations quotidiennes

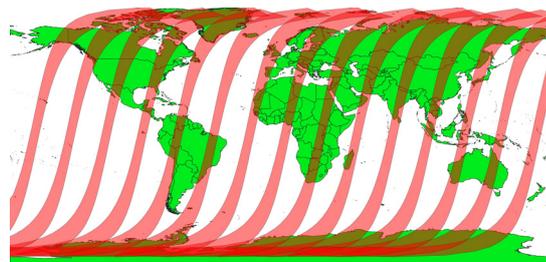
À partir de novembre 2021 et pendant au moins un an, le satellite d'observation de la Terre franco-israélien VENUS lancé en 2017 va entrer dans sa phase d'acquisitions quotidiennes.

Chaque jour des images d'une résolution de 4 m dans 12 bandes spectrales seront acquises pour la communauté scientifique sur des sites d'une taille de 21x21 ou 21x42 km². Des acquisitions quotidiennes et multi angulaires (avant, nadir, arrière) lors du même passage seront possibles pour un nombre limité de sites.

Afin de sélectionner les sites qui seront observés, le CNES et l'Agence spatiale israélienne lancent dès aujourd'hui un appel conjoint à proposition. Les réponses devront être soumises avant le 15 février 2021.

L'appel est ouvert aux chercheurs des établissements d'enseignement, et des instituts de recherche, aux organismes publics, aux organisations à but non lucratif ainsi qu'à tout type d'organisation, y compris les sociétés commerciales, à condition qu'elles respectent la licence Creative Commons BY-NC 4.0.

Les zones roses correspondent aux couloirs dans lesquels les sites peuvent être sélectionnés



Bien que VENUS ait été principalement conçu pour l'étude de la végétation, les résultats de la première phase ont montré son intérêt pour le suivi de toute une série de sujets, tels que la qualité de l'eau, les mouvements des glaciers, la surveillance de l'érosion, et l'atmosphère. Il n'y a donc pas de limitation thématique a priori aux propositions attendues. ■

Gérard DEDIEU (CESBIO)

Télécharger l'appel à proposition, les orbites (.kml), ainsi que le fichiers de réponse sur le site de Theia

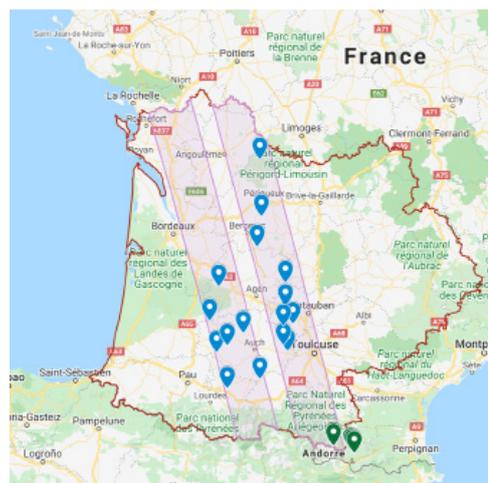
► www.theia-land.fr/observations-quotidiennes-avec-venus-appel-a-proposition-de-sites

Des citoyens et des satellites pour observer les lacs

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne et le CNES soutiennent, respectivement financièrement et techniquement, les Observations des Eaux continentales par des Citoyens et des Satellites (OECS) un projet de science citoyenne qui vient d'être lancé. L'objectif du projet est de sensibiliser aux questions liées aux ressources en eau dans la région par la participation du public. En utilisant un système de mesure accessible à tous – des règles de niveau d'eau sur les lacs et rivières –, il vise à sensibiliser les populations locales aux impacts régionaux du changement climatique sur les ressources naturelles, y compris les réserves d'eau. Ce projet s'inspire d'une initiative américaine, le projet LOCSS, dirigé par T. Pavelsky (SWOT/NASA) auquel J.-F. Crétaux (SWOT/CNES) contribue en France.

Valider les données satellitaires des plans d'eau

À ce jour, le projet LOCSS a permis d'installer des règles sur douze lacs des Pyrénées (voir les drapeaux verts sur la carte) et ainsi de collecter de nombreuses mesures chaque jour sur les lacs. Dans le cadre du projet OECS, cinquante règles seront mises en place grâce au financement de l'Agence de l'eau Adour-Garonne (voir Drapeaux bleus sur la carte), en étroite



Passage journalier prévu de SWOT 1 et localisation des sites pour toute la région placée sous la responsabilité de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

Drapeaux verts : sites équipés sur les lacs des Pyrénées,
Drapeaux bleus : Bases nautiques

collaboration avec les acteurs locaux concernés (clubs d'aviron, bases nautiques, fédérations de pêche, associations, lycées, etc.) et en synergie avec les points de mesure couverts par les différents satellites (notamment la mission SWOT).

Le projet jouera ainsi un rôle particulièrement important dans la validation des données satellitaires pour ces surfaces hydrologiques, qu'elles proviennent des satellites Sentinel-3A/B, Jason-3/ Jason-CS ou du futur satellite franco-américain SWOT, qui effectuera des mesures quotidiennes dans cette région en 2022. ■

Jean-François CRÉTAUX (Legos)
et Nicolas PICOT (CNES)

CES Hauteurs des lacs et des rivières

► www.theia-land.fr/ceslist/ces-hauteur-des-lacs-et-rivieres/



Règle placée sur le lac de Trebens dans les Pyrénées. Crédits : J.-F. Crétaux

SAINT-MARTIN-VESUBIE (SECTEUR SUD)



PRE-EVENT
ESRI World Imagery - 21/05/2016

POST-EVENT
Pléiades 1B - 05/10/2020



POST-EVENT
Carte d'impact P01



Cartographie de l'extension et de l'impact des crues éclairs du 3 octobre 2020 à Saint-Martin-Vésubie ; observation sur une image Pléiades acquise 2 jours après l'événement.

Tempête Alex et crues éclairs dans les Alpes Maritimes Des images spatiales pour la gestion de crise

Après avoir balayé l'ouest de la France, la tempête Alex a généré un épisode pluvieux méditerranéen exceptionnel dans les Alpes Maritimes dans la nuit du 2 au 3 octobre 2020. Des crues éclairs d'une force rare ont dévasté plusieurs vallées, notamment celles de la Vésubie, de la Roya et de la Tinée. Les dommages humains et matériels sont considérables, avec de nombreux morts et disparus, des villages et un réseau de communication ravagés, et une population isolée.

Dès la survenance de l'événement, le COGIC, Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises, a fait appel aux moyens spatiaux afin d'obtenir des informations utiles à la mise en œuvre des opérations de secours, tant sur la localisation des zones affectées que sur leur accessibilité. Le dispositif européen Copernicus Emergency Management Service – Rapid Mapping a été déclenché le 3 octobre, afin de cartographier les zones inondées et les dommages aux infrastructures urbaines. En parallèle, le CNES a activé les satellites Pléiades afin d'imager les différentes zones touchées ; le système Pléiades a en effet démontré à de nombreuses reprises son efficacité dans le suivi des catastrophes naturelles et l'évaluation des dommages urbains, de par sa très haute résolution spatiale et sa fréquence de revisite.

ICube-SERTIT (Université de Strasbourg), Service National de Traitement d'Image et de Télédétection, opérationnel 24/7/365, a immédiatement été sollicité par le CNES afin d'exploiter les images Pléiades pour la réalisation de cartes d'extension et d'impact de l'événement, et de livrer les résultats en quelques heures aux services de sécurité civile. Le SERTIT a également été impliqué dans le dispositif Copernicus EMS Rapid Mapping, complétant les travaux réalisés à la demande du CNES.

L'analyse des dégâts liés à une catastrophe se fait systématiquement en comparant une image acquise avant l'événement et une image acquise après (ou pendant, lors d'un événement de longue durée comme les crues de plaine, pour lesquelles il est intéressant de faire un suivi), afin d'identifier les changements spécifiques à l'événement. En fonction du type d'événement, l'utilisation de bandes spectrales particulières peut également aider à l'interprétation. Dans le cas des Alpes Maritimes, les crues éclairs ont été si intenses et dévastatrices que la comparaison avant-après ne laisse que peu de doute concernant les dommages et la difficulté d'accès aux sites affectés.

Les images Pléiades acquises le 5 octobre 2020 ont permis de dériver plusieurs cartographies mettant en évidence les zones inondées, érodées, les bâtiments, routes et ponts détruits, endommagés ou probablement affectés, dans les vallées dévastées, et notamment les villages de Saint-Martin-Vésubie, Breil-sur-Roya, Roquebillière, Saint-Dalmas de Tende ou Fontan. Ces informations permettent aussi d'identifier les zones non affectées où des postes de secours pourraient être installés, et les éventuelles routes alternatives pour accéder aux villages.

Les produits réalisés sont livrés sous forme de cartes, en plusieurs formats et résolutions d'impression, et de fichiers vecteurs, directement intégrables dans les Systèmes d'Information Géographiques des utilisateurs. Les images satellites peuvent également être fournies sur demande, avec l'accord du CNES pour les données Pléiades. Les produits ont été livrés en urgence au COGIC et au CNES, au fil de leur réalisation. Pierre Chastanet, chef du Pôle TI2G (Service de la planification et de la gestion des crises, Pôle transverse d'information géographique et géomatique, COGIC), a félicité les dispositifs de cartographie d'urgence et des moyens spatiaux pour leur aide précieuse. Ces cartographies ont été utilisées par de multiples acteurs et largement diffusées dans les médias après l'événement. Les images Pléiades, elles aussi outil d'aide à la gestion des secours, ont été distribuées au COGIC, ainsi qu'aux services de secours, préfectoraux, DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), gestionnaires de réseaux (ENEDIS) et autres services de l'Etat (ONF, Cerema ...).

Stéphanie BATTISTON, Stephen CLANDILLON
Mathilde CASPARD
ICube-SERTIT, Service de Cartographie Rapide
► sertit.unistra.fr/

Claire TINEL
Représentante du CNES auprès de la Charte internationale
« Espace et catastrophes majeures »

Pour retrouver ces cartographies :
► sertit.unistra.fr/cartographie-rapide/
► emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR467

Objectiver le paysage : cartographier des unités paysages à l'échelle nationale

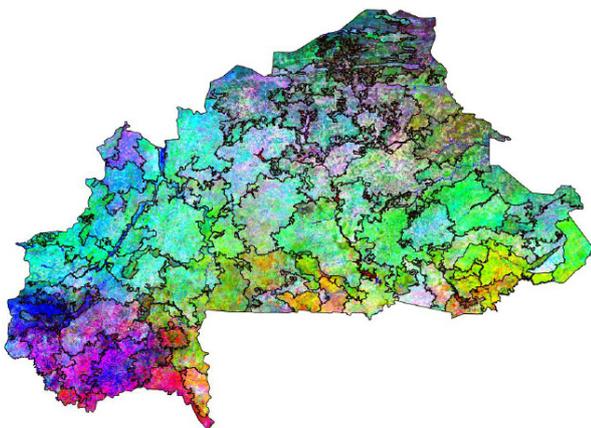
De plus en plus de programmes de développement durable intègrent une approche par le paysage pour améliorer la gestion des territoires (Tonneau et al., 2020. ► Lire encadré page suivante). Les Unités Paysagères, sur lesquelles la plupart de ces programmes reposent, ont pour finalité de servir de cadre spatial aux actions de gestion et de planification : subvention à l'agriculture, mise en défens d'espaces naturels à protéger, reboisement, préconisation de pratiques agrobiologiques plus respectueuses de l'environnement, etc. Cependant, il n'existe pas à ce jour de consensus autour de la délimitation d'Unités Paysagères (UP) car la synthèse d'informations issues de sources variées peut prêter à des interprétations diverses, et la subjectivité des cartes produites « à dire d'expert » rend leur transfert difficile auprès des gestionnaires. Nous proposons donc une démarche originale « objective » qui repose essentiellement sur des données d'Observation de la Terre.

La délimitation semi-automatique d'unités paysagères

Les caractéristiques spatiales (couverture globale et exhaustivité), temporelles (profondeur d'archive, informations saisonnières) et physiques (mesures comparables dans le temps et l'espace) des données d'observation de la Terre en font une donnée unique pour cartographier les UP. En effet, le signal satellitaire temporel est caractéristique des conditions de surface, ces dernières étant sous influence du climat, du sol, de la topographie et des activités humaines, qui sont les principaux déterminants des paysages. La délimitation semi-automatique d'unités paysagères à partir de séries temporelles d'images d'indices de végétation (via les composantes principales des séries temporelles et éventuellement un indice de texture) est une approche robuste, générique (un test statistique est utilisé pour sélectionner l'échelle de segmentation) et facilement transférable.

Trois premiers cas tests

Cette approche a été testée à l'échelle de la France (Bisquert et al., 2015), du Burkina Faso (Bellon, 2018) et de l'État du Tocantins (Bellon et al., 2017) à partir de séries temporelles MODIS (NDVI ou EVI). Dans le cas de la France (Bisquert et al., 2017) et



Les 80 unités paysagères du Burkina Faso (en fond : composition colorée des Composantes Principales 2, 3 et 4 de la série temporelle MODIS NDVI de 2016)

Référence
Beatriz Bellón de la Cruz. Une approche multiscalaire par télédétection pour la cartographie et la caractérisation des systèmes agricoles à l'échelle régionale. Traitement des images [eess.IV]. AgroParis-Tech, 2018. Français. NNT : 2018AGPT0002..



Les 300 unités paysagères de France extraites à partir de séries temporelles MODIS EVI entre 2007 et 2011 (en fond : la carte OSO de 2015).

Référence

Bisquert M., Bégué A., Deshayes M., Ducrot D., 2017. Environmental evaluation of MODIS-derived land units. *GIScience & Remote Sensing (TGRS)*, 54:64-77.
Bisquert M., Bégué A., Deshayes M., 2015. Object-based delineation of homogeneous landscape units at regional scale based on MODIS time series. *International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation*, 37:72-82.

du Tocantins (Bellon et al., 2017), la pertinence de ces unités en termes de variables environnementales et/ou anthropiques a pu être montrée.

Le développement et la mise à disposition d'une chaîne de traitement de séries temporelles (MODIS ; Sentinel-2) pour la délimitation automatique des paysages est prévue dans le cadre du projet CNES APR TOSCA « CES-Paysage » (2021-2023). ■

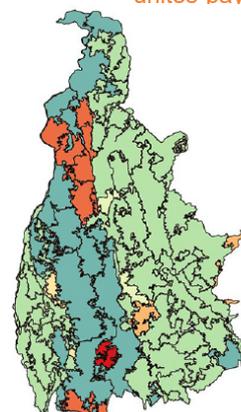
Agnès BÉGUÉ
CIRAD, Tetis

CES Paysages

► www.theia-land.fr/ceslist/ces-paysage/

Unités paysagères à l'échelle nationale

► www.theia-land.fr/product/unites-paysageres-a-lechelle-nationale/



- Système mixte
- Système d'élevage intensif
- Système de monoculture de soja
- Système de double culture riz-soja
- Système de double culture soja-céréale
- Autres systèmes d'utilisation des terres
- Système d'élevage semi-intensif

Délimitation des Unités paysagères de l'État du Mato Grosso (Brésil) extraites à partir de séries temporelles MODIS NDVI de l'année culturale 2013-2014 ; labellisation des unités en systèmes agricoles.

Référence

Bellón B., Bégué A., Lo Seen D., de Almeida C.A. and M. Simões, 2017. A remote sensing approach for regional-scale mapping of agricultural land-use systems based on NDVI time series. *Remote Sensing*, 9:600.

► dx.doi.org/10.3390/rs9060600

Une approche paysage pour la planification agricole malgache : un guide

Madagascar a retenu l'approche paysage pour la planification de son développement agricole. Le Projet Agriculture Durable par une Approche Paysage (PADAP), financé par la Banque mondiale et l'Agence Française de Développement, a été chargé de tester l'approche paysage dans cinq bassins versants du pays (Andapa, Bealanana, Iazafo, Marovoay et Soaniera Ivongo), en élaborant des Plans de gestion durable des Paysages.

Identifier les questions

L'élaboration d'un PAGDP pose de nombreuses questions : C'est quoi un paysage ? Pourquoi l'approche paysage ? Quelles sont les étapes à respecter ? Quels outils mobiliser ? Comment piloter une démarche complexe ? Comment faire adhérer les acteurs ? Comment définir le rôle de chacun ? Quels sont les risques à éviter ? Quelles sont les bonnes pratiques ?

Pour répondre à ces questions, le PADAP a confié au CIRAD la réalisation d'un guide d'élaboration d'un Plan de Gestion Durable d'un Paysage (PAGDP).

Proposer des réponses opérationnelles

Le guide est destiné prioritairement aux professionnels des bureaux d'études chargés de conduire le processus d'élaboration des PAGDP. Mais il a été aussi écrit pour les responsables de l'État et les élus, impliqués dans l'élaboration.

Le guide propose des réponses opérationnelles, principalement, des éléments de méthode (volume 2) et des outils (volume 3). Mais les compétences nécessaires sont aussi des compétences « théoriques » permettant de maîtriser les concepts de paysage et de l'approche paysage. Cette maîtrise est nécessaire pour donner du sens à la démarche mise en œuvre et ne pas être prisonnier d'outils-recettes. La difficulté a été que l'approche paysage était peu formalisée, et peu opérationnelle. En conséquence le guide précise les références théoriques concernant le paysage et l'approche paysage mobilisées (volume 1). ■

Jean-Philippe TONNEAU

Référence

Tonneau J.P., Bouvet J.M., Burnod P., Herimandimby H., Raharinjanahary H., Queste J., Rakotondrainibe J.H., Ratsima Arimino T., Labeyrie V., 2020. *Guide pour l'élaboration du PAGDP Plan d'Aménagement et de Gestion Durable d'un Paysage. L'approche paysage.* Montpellier : CIRAD.

3 volumes.

Accès sur demande via Agritrop

► agritrop.cirad.fr/596614/



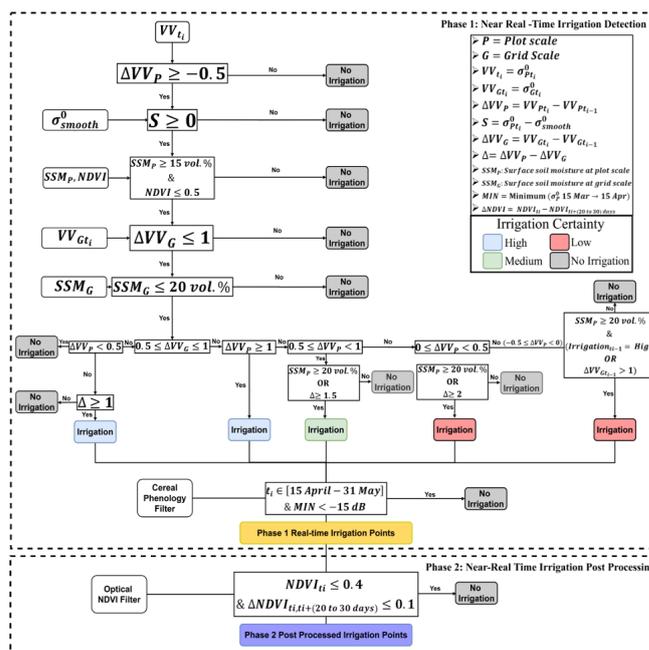
Paysage de rizière en vallées encaissées. Analanjirofo (province de Toamasina), Madagascar.

Détecter des événements d'irrigation sur les parcelles agricoles

Le secteur agricole est aujourd'hui le principal consommateur de ressources en eau douce à l'échelle mondiale. Avec l'augmentation de la population mondiale, irriguer les cultures agricoles pour obtenir une production plus importante constitue une variable essentielle pour assurer la sécurité alimentaire. Une gestion efficace des ressources en eau est ainsi nécessaire pour utilisation durable des ressources en eau par ailleurs limitées et contraintes par des conditions climatiques changeantes.

Dans le cadre d'une étude récente menée au sein de l'UMR TETIS pour le compte du CES Irrigation de Theia, un outil opérationnel capable de détecter les événements d'irrigation à l'échelle de la parcelle en utilisant la série temporelle Sentinel-1 (S1), baptisé Irrigation Detection Model, IDM, a été développé.

L'IDM propose une approche basée sur un arbre de décision représentant principalement la détection des changements dans les coefficients de rétrodiffusion S1 à l'échelle de la parcelle. L'outil a également recours à différentes données auxiliaires, telles que l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) dérivé des images Sentinel-2 ainsi que l'estimation de l'humidité du sol acquise à partir du produit Theia Humidité du sol à très haute résolution spatiale (S2MP).



Un indicateur simple, opérationnel, à combiner avec un apprentissage automatique

L'IDM offre, à chaque acquisition S1, des informations sur l'existence ou l'absence d'événements d'irrigation pour chaque parcelle agricole. Il fournit un indicateur d'irrigation indiquant la probabilité d'irrigation sur une parcelle donnée entre deux dates d'acquisition S1 comme suit : « pas d'irrigation », « faible probabilité d'irrigation », « probabilité modérée d'irrigation » ou « forte probabilité d'irrigation ».

L'intérêt de l'IDM réside dans sa simplicité et sa capacité à être appliqué de manière opérationnelle dans plusieurs contextes géographiques sans qu'une nouvelle étape de calibrage soit nécessaire. L'IDM a été testé et appliqué avec succès dans trois régions : à Montpellier dans le sud de la France, dans le bassin Adour-Amont dans l'ouest de la France et dans la région de Catalogne dans le nord de l'Espagne.

Outre son intérêt pour la détection des événements d'irrigation à l'échelle de la parcelle, l'IDM pourrait constituer un outil puissant pour la cartographie opérationnelle des zones irriguées. Alors même que la cartographie des zones irriguées à l'aide de modèles d'apprentissage automatique nécessite encore un vaste ensemble de données avec des mesures de terrain coûteuses, l'IDM pourrait être utilisé pour créer un ensemble de données de parcelles marquées irriguées/non irriguées qui pourrait être utilisé dans un modèle d'apprentissage automatique pour cartographier les zones irriguées. La combinaison de l'IDM et d'un modèle d'apprentissage machine pourrait ainsi contribuer à la cartographie opérationnelle des zones irriguées à l'échelle des parcelles. ■

Nicolas BAGHDADI & Hassan BAZZI
INRAE, Tetis

CES Irrigation

► www.theia-land.fr/ceslist/ces-irrigation/

SMOS L4RZSM, un produit opérationnel dédié à l'humidité en zone racinaire

Déterminer le stock d'eau dans la zone racinaire

La connaissance de l'humidité du premier mètre de sol est d'une utilité majeure pour de nombreux services écosystémiques et applications avales. Cette couche du sol constitue le réservoir principal d'eau des cultures. Un manque d'eau dans la zone racinaire déclenche un stress hydrique de la végétation et diminue le rendement. La zone racinaire en milieu humide est aussi un lieu débordant de vie présentant une activité biologique soutenue. Du point de vue hydrologique, elle se situe à l'interface des processus de ruissellement, de transpiration de la végétation et de recharge des eaux souterraines. Elle constitue ainsi une composante de la zone critique, par excellence.

Un produit opérationnel

Le CESBIO a mis en place un algorithme qui permet de déduire l'humidité de la zone racinaire à partir de l'humidité de surface (0-5 cm) estimée à partir des données du satellite SMOS (CNES, ESA). SMOS est le premier satellite d'observation de la terre dédié à la mesure de l'humidité du sol grâce à son radiomètre interférométrique 2D bande-L (1.4 GHz). Depuis janvier 2010, il permet d'observer l'humidité du sol en surface (0-5 cm), deux fois (en orbite descendante et ascendante) tous les trois jours (au niveau de l'équateur) à l'échelle du globe.

L'algorithme pour l'estimation de l'humidité en zone racinaire présente la caractéristique de prendre en entrée uniquement les humidités du sol en surface. Aussi, l'algorithme prend en compte la texture du sol dans la fonction de transfert de la surface aux



La zone racinaire est cruciale pour le développement de la végétation comme le suivi de son humidité

différentes couches du sol. Le produit obtenu contient l'humidité de la zone racinaire en m^3/m^3 avec un indicateur de qualité prenant en compte la présence d'interférence radio, la présence de forêt dense et la période entre les mises à jour du produit. Cette durée est impactée par différents phénomènes comme, par

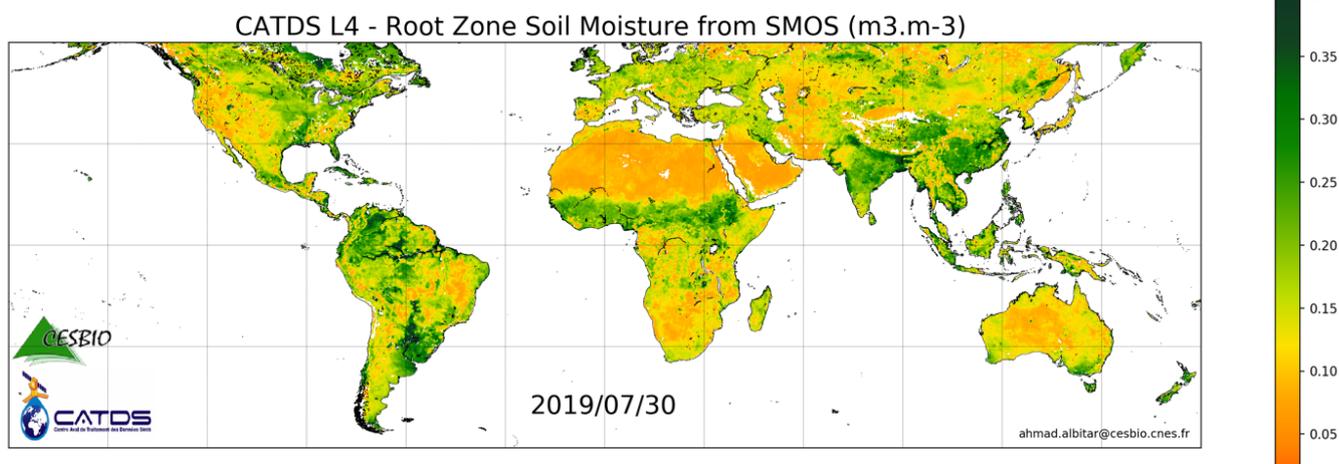


Figure 1. Carte globale de l'humidité en zone racinaire issue du produit CATDS L4 RZSM du 30/07/2019

exemple, le gel du sol. Un processeur basé sur l'algorithme en question a été préparé par les ingénieurs du CESBIO pour une implémentation opérationnelle au Centre Aval de Traitement des Données SMOS (CATDS). Il a été configuré par les Ingénieurs du Centre de Production (C-PDC) du Centre Aval de Traitement des données SMOS (CATDS) à l'Ifremer. Aujourd'hui, le produit journalier L4RZSM (Figure 1) est disponible aux utilisateurs via le site web du CATDS :

► www.catds.fr/Products/Available-products-from-CPDC/Catalogue/Catds-products-from-Sextant#/metadata/316e77af-cb72-4312-96a3-3011cc5068d4

Les utilisateurs ont aussi accès à une base de dix ans d'humidité en zone racinaire via le produit recherche en attendant un retraitement homogène de toute la série SMOS en 2021 :

► ftp://ext-catds-cecsm:catds2010@ftp.ifremer.fr/Land_products/L4_Root_Zone_Soil_Moisture/MIR_CLF4RD/

Le produit est fourni sur la grille EASE2 à 25 km en cohérence avec l'échantillonnage du produit d'humidité de surface en entrée. La revisite élevée de SMOS permet de mettre à jour l'humidité dans les couches de la zone racinaire de façon fréquente.

Ce produit intègre le CES Humidité du sol de Theia avec un accès à l'humidité de la zone racinaire. Il est distribué avec une licence (Creative Common) comme l'ensemble des produits CATDS. Dans une prochaine étape, l'application à des données d'humidité de surface plus hautes résolutions issues de la fusion multi-capteurs permettrait de fournir un produit d'humidité de zone racinaire à une résolution sub-kilométrique.

Les applications autour de la zone racinaire

Les applications sont multiples. En premier, nous citerons le suivi de la sécheresse agricole. L'agriculture utilisant à elle seule 70 % des quantités d'eau extraite de l'environnement selon la FAO, le suivi de la sécheresse agricole est primordial. De plus, la sécheresse se manifestant généralement à une échelle régionale, ce produit est particulièrement adapté.

D'ores et déjà, une base de données des anomalies de l'humidité dans la zone racinaire est disponible aux utilisateurs :

► www.catds.fr/Products/Available-products-from-CEC-SM/L4-Land-research-products

L'analyse de ces anomalies permet de montrer l'intensité des sécheresses en 2019 au Brésil et en Australie qui ont conduit à de gigantesques incendies de forêt (Figure 2).

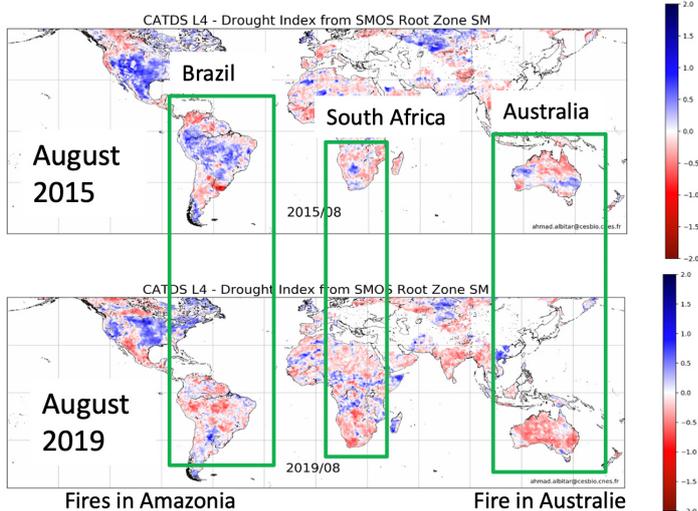


Figure 2. Sécheresse de 2019 vue par les données CATDS L4RZSM

D'autres applications concernent l'évaluation de la capacité de dénitrification des sols humides (ECOLAB/CESBIO/OMP). En effet, le sol joue un rôle majeur dans la transformation biogéochimique de l'eau et une évaluation globale de ces processus est nécessaire. Le CESBIO travaille actuellement en collaboration avec des instituts Internationaux (IPH, Brésil ; IISc Bangalore, Inde) sur l'apport de ces données dans la calibration des modèles hydrologiques à large échelle et le suivi de sécheresse opérationnel. ■

Ahmad AL BITAR
CESBIO/CNRS

Contributeurs
Ali MAHMOODI (CESBIO), Yann KERR (CNES)
et Stéphane TAROT (Ifremer)

Produit Humidité du sol, zone racinaire

► www.theia-land.fr/product/humidite-dans-la-zone-racinaire/

Le produit CATDS L4RZSM :

► www.catds.fr/Products/Available-products-from-CPDC/Catalogue/Catds-products-from-Sextant#/metadata/316e77af-cb72-4312-96a3-3011cc5068d4

CES Sécheresse : de l'aléa au risque

Des équipes du CESBIO et du CNRM à Toulouse, de l'IGE à Grenoble et de Hydrosience Montpellier (IRD) viennent de se réunir au sein d'un Centre d'expertise scientifique (CES) Sécheresse. L'ambition de ce CES est de développer un outil de suivi des sécheresses combinant la quantification de l'aléa (le manque d'eau) avec la vulnérabilité (les impacts) à partir de données d'observations de la Terre.

Dans une première phase, l'objectif est de construire un indice de sécheresse. Une base de données couvrant au moins dix années sera construite et mise à jour systématiquement au fur et à mesure de l'arrivée des données. Elle comportera plusieurs indices de sécheresse : notamment, les écarts à la moyenne, normalisés par l'amplitude maximale ou par l'écart-type de la variable, renseignés par des produits d'humidité du sol (Humidité de la zone racinaire SMOS CATDS Theia, ASCAT,...) le NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) comme indicateur de vigueur de la végétation et la différence entre la température de l'air et la température du sol (Ts-Ta) ; et des produits de précipitations tels que les produits PrISM. L'ensemble des

indices de sécheresse sera comparé avec des indices issus des sorties du modèle SIM (Météo-France).

La seconde phase sera initiée au cours de la première année via des réunions avec les partenaires au sein du CES Sécheresse et la consultation des utilisateurs potentiels. En fonction des besoins exprimés et des avancées des travaux de recherche, il s'agira d'explorer certaines pistes comme, par exemple, les résolutions temporelles et spatiales, la notion d'indicateur de sécheresse sur mesure, la dichotomisation de l'espace à qualifier, durée et intensité de la sécheresse, surface affectée...

Le CES fournira des produits globaux et régionaux sur l'aléa, et quantifiera les risques sur des zones pour lesquelles il a déjà une expertise : le bassin méditerranéen, l'État du Karnataka (Inde) et la zone sahéenne dans un premier temps. ■

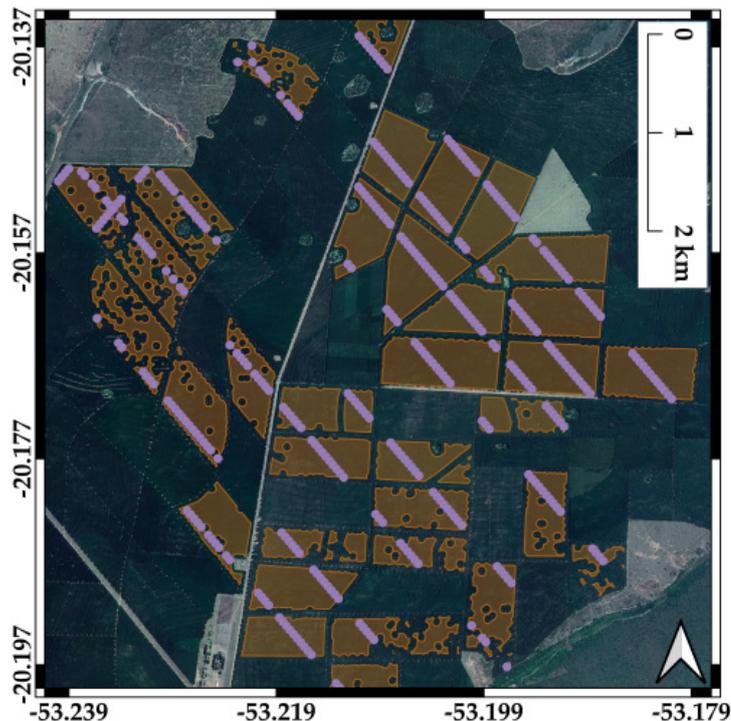
Ahmad AL BITAR (CESBIO/CNRS)
& Michel LE PAGE (CESBIO/IRD)

Estimer la hauteur de la canopée et le volume de bois à partir des données LiDAR du capteur GEDI

L'augmentation de la concentration atmosphérique de gaz à effet de serre tels que le CO₂ s'est affirmée comme une préoccupation mondiale durant les deux dernières décennies. Quantifier l'état et l'évolution des ressources forestières en raison du rôle clé des forêts dans le cycle mondial du carbone est ainsi devenu une priorité.

Les stocks de carbone ou la biomasse aérienne (*Above-Ground Biomass*, AGB) peuvent être surveillés par différentes méthodes. La plus précise reste la pesée directe de la biomasse vivante après sa récolte et son séchage. Cependant, cette méthode, en plus d'être destructrice, est restrictive, longue et coûteuse et souvent impraticable dans les régions difficiles d'accès. Une autre méthode d'estimation de l'AGB s'appuie sur les mesures sur le terrain d'inventaires forestiers (par exemple, la hauteur des arbres et le diamètre à hauteur de poitrine). Ces données sont utilisées dans des relations allométriques pour extrapoler l'AGB. Si la méthode est précise, elle est également coûteuse et longue à mettre en œuvre, en particulier dans les forêts tropicales éloignées et inaccessibles. Les progrès récents des capteurs satellitaires sont venus offrir une alternative robuste pour mesurer l'AGB des forêts tropicales en offrant une couverture mondiale et des coûts d'acquisition faibles ou gratuits pour l'utilisateur final.

Trois principales sources de données – l'optique, le radar et le LiDAR – alimentent ces évaluations. Chacune présente des limitations. La saturation des capteurs à certains niveaux de biomasse avec des données radar et optiques impose de se limiter à la mesure de zone ou l'AGB présente une faible densité (<150 Mg/ha) ou de privilégier une couverture spatiale limitée en utilisant des données LiDAR. De plus, les instruments optiques, radar et LiDAR ne peuvent pas fournir directement des mesures de la biomasse. La biomasse échantillonnée sur le terrain reste nécessaire pour établir des relations entre les données de télédétection et la biomasse afin d'estimer l'AGB à grande échelle.



Tester l'apport du capteur GEDI

Dans ce panorama, le nouveau système LiDAR spatial 'Global Ecosystem Dynamics Investigation' (GEDI) de la Nasa vient ouvrir de nouvelles perspectives. À bord de la Station spatiale internationale (ISS), le capteur GEDI collecte depuis avril 2019 des données à haute densité sur des empreintes de 25 m de large. Pour tester les usages possibles de ces données pour la mesure de la biomasse, une étude vient d'être menée à TETIS en collaboration avec le CIRAD et l'entreprise brésilienne Suzano. L'objectif est d'évaluer la capacité des données GEDI à estimer les hauteurs dominantes (H_{dom}) et le volume du bois (V) sur des plantations d'eucalyptus au Brésil (figure 1). Ces plantations constituent une étude de cas précieuse car leur canopée présente une couverture homogène et des mesures terrain de

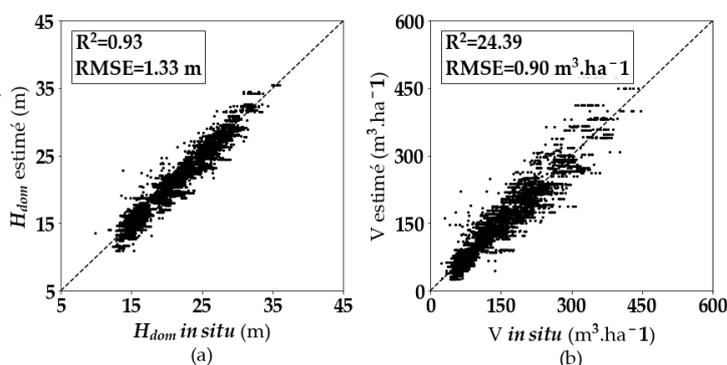


Figure 2. Validation de la précision de GEDI pour estimer les hauteurs dominantes (H_{dom}) et le volume du bois (V)

haute qualité sont disponibles.

La précision de GEDI sur l'estimation de H_{dom} et V a été évaluée en utilisant plusieurs modèles de régression linéaire et non linéaire appliqués sur des métriques extraites des formes d'onde GEDI. Les résultats montrent ainsi que, sur des terrain à faibles pentes, le capteur GEDI est capable d'estimer à la fois H_{dom} et V avec une erreur quadratique moyenne (RMSE) ne dépassant pas 1,33 m : R^2 de 0,93 pour H_{dom} , et 24,39 $m^3.ha^{-1}$ (R^2 de 0,90) pour V (figure 2). Ces résultats viennent d'être soumis pour publication. ■

Ibrahim FAYAD & Nicolas BAGHDADI (INRAE, Tetis)
en collaboration avec Gueric LE MAIRE (CIRAD)
et des partenaires brésiliens de l'entreprise Suzano

Figure 1. Exemple des empreintes GEDI sur certaines parcelles d'eucalyptus au Brésil.

Référence

Ibrahim Fayad, Nicolas Baghdadi, Clayton Alcarde Alvares, Jose Luiz Stape, Jean Stéphane Bailly, Henrique Ferraço Scoloro, Mehrez Zribi, and Gueric Le Maire Assessment of GEDI's Lidar Data for the Estimation of Canopy Heights and Wood Volume, soumis à *JSTARS - IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*.

GEOV2-AVHRR : Observer les changements de végétation à l'échelle mondiale ces 38 dernières années

La surveillance mondiale à long terme de la biosphère terrestre a suscité un intérêt croissant ces dernières années. Le Global Climate Observing System (GCOS) a identifié en 2010 un ensemble de variables climatiques essentielles (Essential Climate Variables, ECV) accessibles à partir d'observations de télédétection, notamment l'indice de surface foliaire (LAI) et la fraction du rayonnement photosynthétique actif absorbé (fAPAR). Ces ECV jouent un rôle clé dans plusieurs processus, notamment la photosynthèse, la respiration et la transpiration.

L'indice LAI est défini comme la moitié de la surface totale des feuilles vertes par unité de surface horizontale au sol. Il documente les échanges d'énergie, d'eau et de gaz à effet de serre entre la surface terrestre et l'atmosphère.

Le fAPAR est défini comme la fraction du rayonnement photosynthétiquement actif absorbée par les parties vertes du couvert végétal. Cette variable biophysique est directement reliée à la productivité primaire de la végétation et peut être utilisée pour suivre l'état et l'évolution de la couverture végétale dans le temps et dans l'espace.

La fraction de couverture (FCover), la fraction du sol couverte par la végétation verte vue du nadir, est utilisée dans les modèles de bilan énergétique de surface pour séparer la contribution du sol de celle du couvert végétal.

Remonter le temps

La version 2 des produits LAI, fAPAR et FCover de Copernicus Global Land Service 1km (appelée ci-après GEOV2-CGLS) a été récemment développée à partir des données Spot/VEGETATION et PROBA-V pour la période 1999-présent. En raison des bonnes performances des produits GEOV2-CGLS, il a été décidé dans

le cadre du CES Variables biophysiques végétation de Theia d'étendre la série chronologique en remontant dans le temps et en utilisant les radiomètres avancés à très haute résolution (AVHRR) Long Term Data Record (LTDR).

Le CNES et le Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) et l'INRAE Avignon ont ainsi développé des produits biophysiques LAI, fAPAR et FCover à partir des données AVHRR-LTDR sur la période 1981-2019 compatibles avec GEOV2-CGLS. Ces produits GEOV2-AVHRR sont désormais disponibles sur un des plateformes de téléchargement Theia :

► postel.theia.cnes.fr/atdistrib/postel/client#/products?instrument=AVHRR#top

Par rapport aux autres produits disponibles, les produits GEOV2-AVHRR présentent une grande amélioration en termes de cohérence et de continuité temporelle. Leur principal intérêt est de fournir des séries chronologiques en expansion continue de plus de 38 ans permettant de documenter les changements de la végétation en cours sur le globe sous l'impact direct des activités humaines et du changement climatique.

Toute la documentation sur le produit GEOV2-AVHRR est disponible sur le site web de Theia ■

Philippe PACHOLCZYK
CNES, THEIA

Série de variables végétales AVHRR

► www.theia-land.fr/product/serie-de-variables-vegetales-avhrr/

CES Variables biophysiques végétation

► www.theia-land.fr/ceslist/ces-variables-biophysiques-vegetation/



Janvier 1981



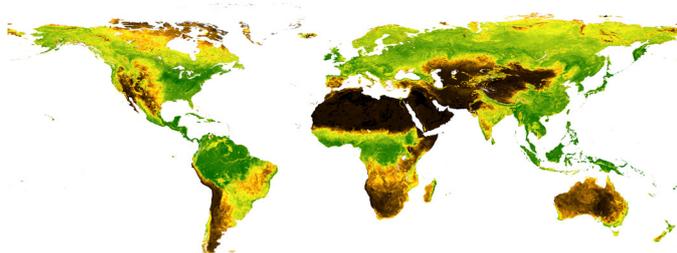
Janvier 2019



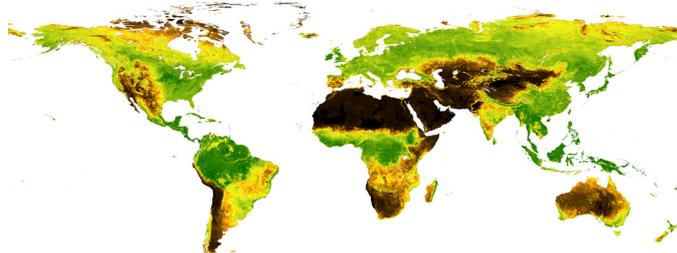
Mai 1981



Mai 2019



Août 1981



Août 2019

Infrarouge thermique : comprendre les pratiques et évaluer les besoins

Le Centre d'Expertise Scientifique Température de surface et Emissivité (CES LST/LSE) a pour objectif de fédérer les laboratoires nationaux travaillant sur l'estimation de la LST (Land Surface Temperature) et LSE (Land Surface Emissivity) à partir de données disponibles dans l'infrarouge thermique. L'objectif est d'améliorer la qualité de ces produits et de les proposer à la communauté. Dans ce cadre, un sondage a été diffusé début 2020 afin de mieux cerner les besoins des communautés utilisatrices, les difficultés rencontrées et préciser les améliorations à apporter pour fournir des produits adaptés et de meilleure qualité.

Une petite communauté IRT

41 personnes ayant des niveaux de connaissance en données infrarouge thermique (IRT) variables et issus de secteurs professionnels différents ont répondu à ce sondage (Figure 1). Le secteur le plus représenté est celui de la recherche académique (60 %) et le domaine d'application prépondérant est le milieu urbain (47 %), résultant peut-être d'un biais lié au réseau de diffusion du sondage. Cependant, le panel d'utilisations évoquées par les participants est très large. Il couvre aussi bien des activités de recherche très amont comme l'amélioration des estimations et le développement de chaînes de traitements que des applications plus avales voire commerciales. Les réponses montrent la grande diversité d'applications et confirment l'intérêt et le besoin en données et produits IRT dans tous les secteurs.

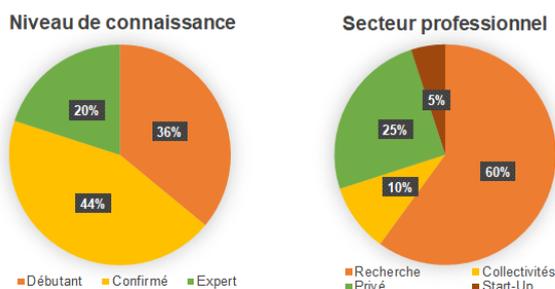


Figure 1. Profil des personnes ayant répondu à l'enquête

Près de 80 % des sondés utilisent déjà des données IRT. Principalement des données satellites téléchargées en ligne et, dans une moindre mesure, des données aéroportées et sol. Les données drones, quant à elles, sont encore peu courantes. En outre, il est fréquent qu'une personne utilise plusieurs types de données. Même si la luminance non corrigée pour les effets de l'atmosphère (TOA) et la LST sont les plus populaires, les autres niveaux de traitements sont également utilisés de manière significative. 70 % des utilisateurs ont indiqué réaliser des traitements a posteriori sur les données.

Les principales limitations rencontrées lors de l'utilisation de produits IRT sont les résolutions spatiales et temporelles insuffisantes ainsi que le manque de précision, d'information et de validation concernant les estimations. Ces limitations sont également évoquées par les futurs utilisateurs, auxquelles s'ajoutent les difficultés d'accès et d'utilisation. (Figure 2)

Cerner les attentes des utilisateurs

Les réponses recueillies ont permis de mieux cerner les attentes des utilisateurs et d'exprimer des besoins précis concernant les futurs produits IRT. (Figure 3) Bien que la LST soit le paramètre le plus recherché, la demande pour des cartes de LSE, des méthodes et chaînes de traitements, des protocoles de validation et un jeu de référence est également significative. Les préférences exprimées concernant les spécificités des produits LST/LSE sont une résolution spatiale inférieure à 50 m et une résolution temporelle hebdomadaire, journalière voire horaire avec une couverture locale ou régionale.

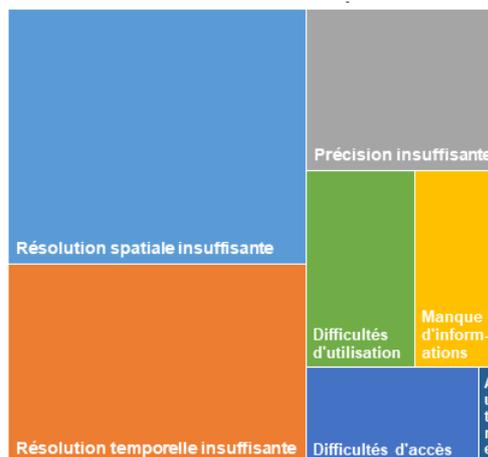


Figure 2. Principales limitations citées par les participants à l'enquête.

La surface représente la part de chaque réponse dans le total. Plusieurs réponses étaient possibles.

Il faut cependant préciser qu'il est très peu probable qu'il soit possible d'obtenir des cartes de LST à une l'échelle décimétrique au pas de temps horaire à partir de données satellites dans un futur proche. Le nombre important d'applications sur le milieu urbain explique les demandes en résolutions spatiales fines mais pas seulement, d'autres domaines d'applications sont également intéressés (agriculture et forêt notamment). Concernant la précision des futurs produits, la moitié des sondés se sont exprimés pour la LST souhaitant majoritairement une précision d'un 1 K. Il a également été mentionné l'importance de l'erreur relative pour ce paramètre, qui devrait être dans l'idéal autour de 0.1 K. Pour la LSE, seul 20 % ont répondu indiquant une précision entre 0.5 et 1 %. Globalement, ces résultats soulignent l'écart important entre les attentes et les produits IRT disponibles.

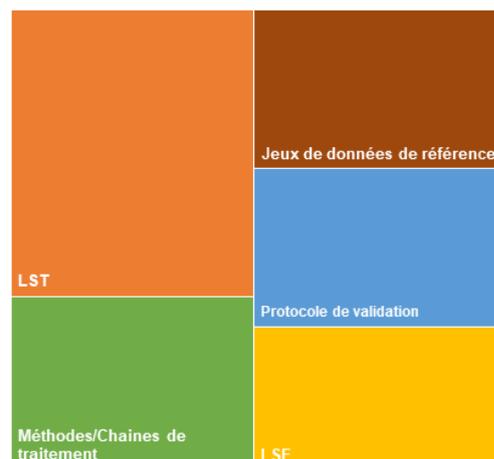
Les futures missions satellites IRT comme TRISHNA (► Lire Bulletin n°13), LSTM ou Hyspiri, pourront potentiellement y répondre, impliquant la préparation des futurs produits et le développement de techniques de désagrégation et fusion de données pour atteindre les précisions et résolutions attendues.

Un important besoin de sensibilisation et d'information

Un point important mis en avant par les réponses est le manque de connaissance des utilisateurs concernant les données, les méthodes d'estimation de la LST/LSE et donc les biais associés. 36 % des sondés estiment ne pas connaître suffisamment les données et produits IRT et considèrent cela comme une importante limitation à leur utilisation. Une personne travaillant pour une collectivité a souligné le bénéfice apporté par les données thermiques pour l'application « confort thermique en ville et dans les espaces périurbains » mais également l'accessibilité limitée et l'impossibilité de réaliser les traitements nécessaires. Cette observation renforce l'intention du CES de proposer des activités de sensibilisation et d'information sur les données ther-

Figure 3. Produits attendus par les participants à l'enquête.

Chaque surface représente la part d'un produit dans le total des réponses. Plusieurs réponses étaient possibles



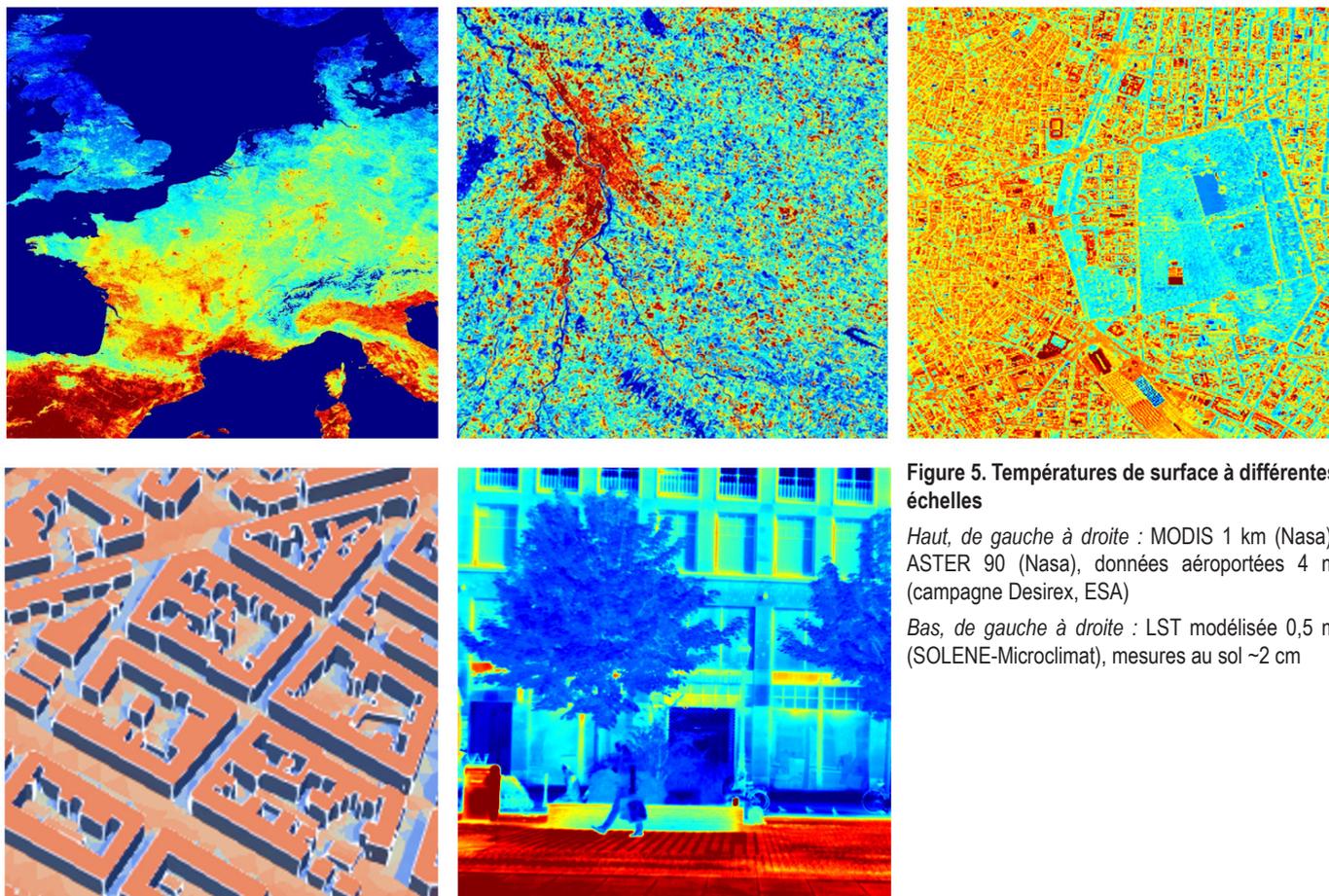


Figure 5. Températures de surface à différentes échelles

Haut, de gauche à droite : MODIS 1 km (Nasa), ASTER 90 (Nasa), données aéroportées 4 m (campagne Desirex, ESA)

Bas, de gauche à droite : LST modélisée 0,5 m (SOLENE-Microclimat), mesures au sol ~2 cm

miques. Il est également encourageant de constater que la plupart des personnes possédant des jeux de données IRT, issus de campagnes d'acquisition intensives, ou ayant développé des outils de traitement sont favorables à partager ces données. Le CES LST/LSE a donc entrepris de recenser ces données et outils pour ensuite faciliter leur dissémination.

Une feuille de route pour le développement de produits adaptés

En conclusion, il y a une forte demande pour les produits LST et, dans une moindre mesure, LSE à des résolutions spatiales et temporelles fines pour des applications très variées dans différents secteurs. Pour y répondre, il est essentiel de développer les techniques d'estimation et de désagrégation des données IRT, en particulier en vue des futures missions IRT. Il est aussi primordial de travailler sur la précision des estimations, d'évaluer et de documenter clairement les produits fournis. Cela se traduit par un travail approfondi sur l'amélioration des méthodes d'estimation, en particulier en milieu hétérogène et, surtout, sur

des protocoles et des données pour réaliser des validations fiables. Dans ce cadre, les acquisitions par drones et le traitement des données associées pourrait être plus exploitées. De plus, il existe déjà plusieurs jeux de données thermiques disponibles sur lesquels s'appuyer et une volonté des utilisateurs à partager et mutualiser les efforts. Un dernier point mis en avant par ce sondage est l'importance d'informer et de sensibiliser les utilisateurs aux spécificités des données IRT afin d'en faciliter la compréhension et l'utilisation. Toutes ces observations rentrent pleinement dans le rôle du CES exprimé lors de sa création qui comprend quatre axes : Produits, Améliorations, Sensibilisation, Fédération. ■

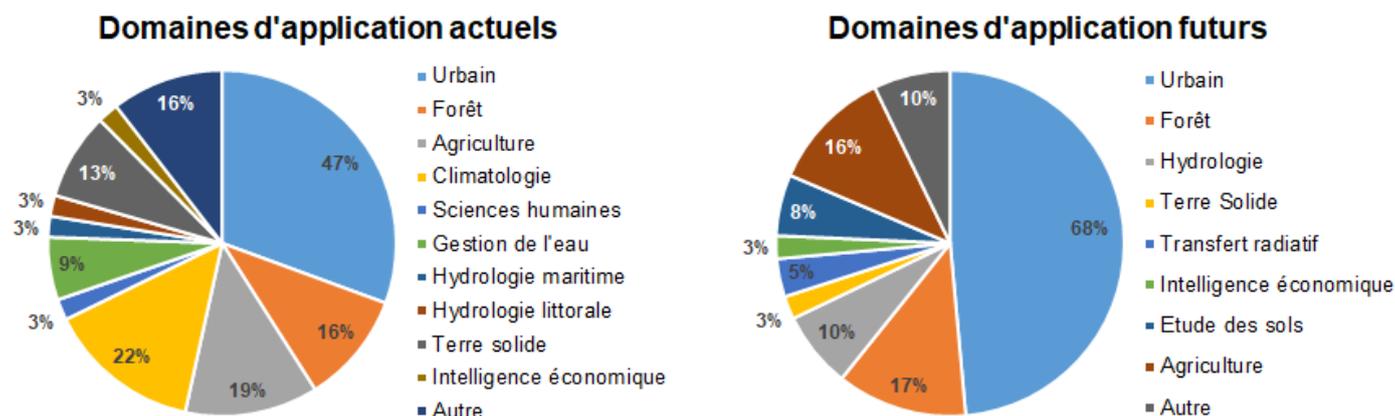
Laure ROUPIOZ & Aurélie MICHEL
Onera

co-animatrices du CES Température de surface et émissivité

► www.theia-land.fr/ceslist/ces-temperature-de-surface-et-emissivite/

L'intégralité des résultats de l'étude peut être téléchargée sur la page du CES

Figure 4. Domaines d'application actuels et futurs.



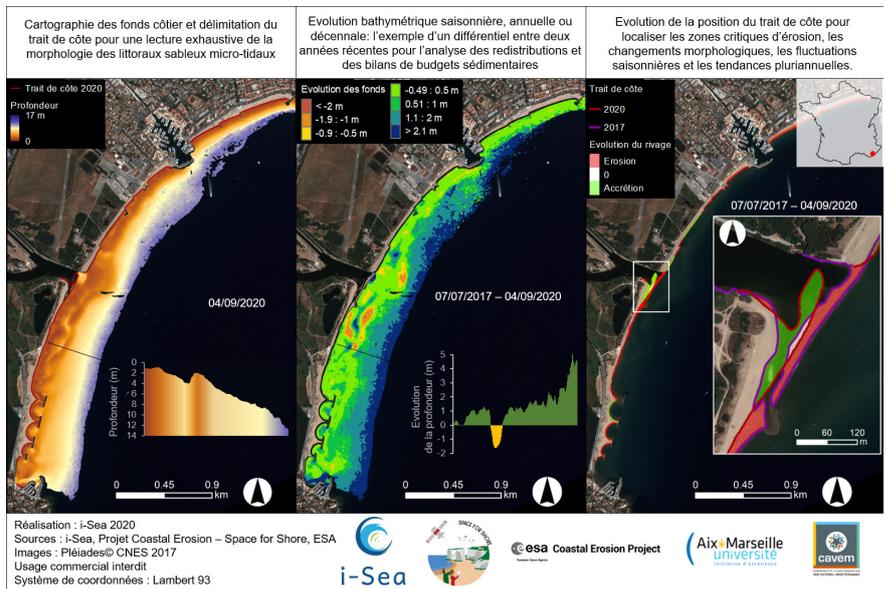
I-SEA : Imaginer des services à partir de la recherche pour des usages définis par leurs utilisateurs

I-Sea a été créé il y a presque six ans à partir d'une cellule de transfert de technologie, un dispositif existant en Aquitaine depuis près d'une trentaine d'années pour aider à l'émergence de start-ups issues du monde universitaire. Notre cellule, GEO-transfert, existe toujours, adossée au laboratoire d'océanographie EPOC de l'Université de Bordeaux. L'idée était de sortir des métiers traditionnels de l'océanographie pour mettre en avant des services de cartographie et d'observation basés sur la donnée satellitaire : la bathymétrie pour la cartographie des fonds marins ; la qualité de l'eau et la cartographie de la biodiversité. Notre équipe était convaincue de la capacité des applications satellitaires à monter en puissance et à trouver une clientèle.

Des services pour des utilisateurs

L'offre d'i-Sea s'est développée autour de produits finis correspondants chacun à une famille d'utilisateurs. Pour la biodiversité, i-Sea disposait de méthodes robustes de cartographie des habitats littoraux grâce au programme SYNIHAL financé par le CNES pour la période 2012-2014. Le projet de recherche avait montré qu'avec les nouveaux satellites, les nouvelles capacités de calcul, l'évolution du machine learning, des choses qui paraissaient très proches sur le terrain pouvaient être discriminées radiométriquement. i-Sea a proposé à l'ensemble des gestionnaires de l'environnement marin d'accompagner le développement et, très vite, cinq sites pilote et un vivier d'experts de terrain ont été identifiés. Ce sont les utilisateurs eux-mêmes qui ont orientés nos travaux vers la solution la plus adaptée à leurs besoins.

À l'instar de la biodiversité, l'offre d'I-Sea en matière de qualité de l'eau s'appuie sur des projets de recherche menés avant sa création avec le soutien du CNES. Ils ont fourni les premières briques d'un service de surveillance de la turbidité de l'eau (matières en suspension). Aujourd'hui avec le soutien de l'ESA, les usages se développent. I-Sea intervient ainsi dans les études



d'impact et la surveillance de l'agrandissement des installations de Port-La-Nouvelle (Occitanie) en fournissant, à une large échelle spatialisée, des indicateurs consistants sur la transparence de l'eau laquelle influe directement sur la santé des espèces animales et végétales dans la zone.

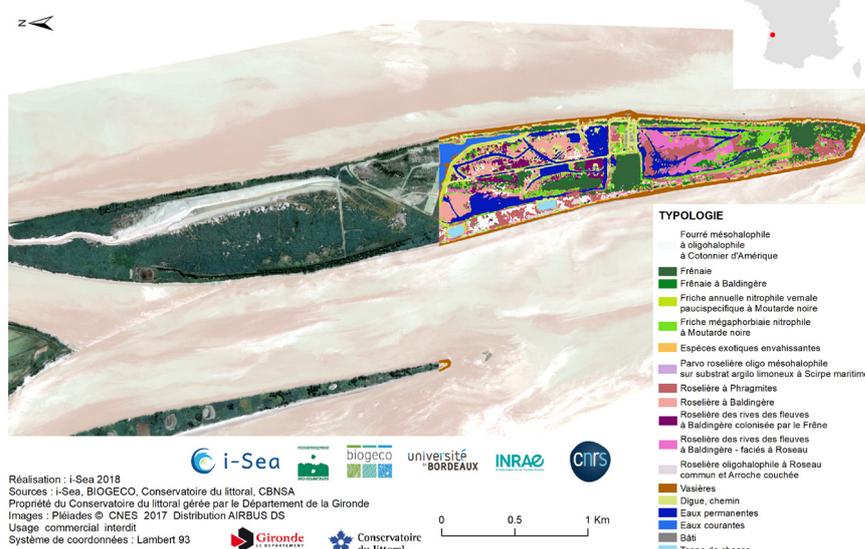
Enfin, i-Sea s'intéresse également aux risques côtiers. Grâce à au contrat Coastal Erosion (ESA), i-Sea, leader d'un consortium européen d'entreprises et de laboratoires de recherche, travaille à offrir aux gestionnaires et décideurs environnementaux et territoriaux un service couvrant toutes les mers d'Europe et toutes les typologies de façades. A la fin du projet en janvier prochain, le consortium espère intéresser l'Europe et d'autres institutions, comme la Banque mondiale, et développer un service d'anticipation de l'érosion basé sur le satellitaire de grande échelle.

Un de nos tout dernier chantiers est la cartographie surveillance des algues. À la demande de la DREAL Guadeloupe, i-Sea a cartographié les algues de la mer des Sargasses en Guadeloupe. Depuis, i-Sea a développé un système opérationnel de des micro-algues toxiques en mer Baltique, en réponse à un appel d'offre Mercator Ocean.

Nos clients sont les acteurs de la surveillance de la santé de l'environnement. En France, ces acteurs sont avant tout des acteurs publics et nous cherchons à répondre à leurs besoins. Des plateformes comme Google Earth rendent l'image satellitaire abordable par le commun des mortels avec des usages étonnants. Une forme de surveillance citoyenne de l'environnement se développe ainsi avec des outils peu précis mais un fort impact sur les imaginations. Il devient important pour les institutions de pouvoir justifier leurs activités avec des images satellitaires. En leur offrant des outils de surveillance globale de leur environnement, nous leur permettons aussi de prévenir et de pouvoir répondre à ce type d'interpellation. ■

Virginie LAFON
i-Sea
▶ i-sea.fr/fr/

Cartographie des végétations du site Ile Nouvelle - Etat 2017



« Répondre efficacement aux besoins de production d'aujourd'hui et surtout ceux de demain.

Qui êtes-vous et quel est votre rôle au sein du pôle Theia ?

Au CNES depuis une vingtaine d'années, j'ai œuvré dans différents Centres de contrôle ou de production de données. J'ai assuré plusieurs fonctions dans ces centres avant de prendre le rôle de Responsable d'exploitation.

Mon implication dans le pôle Theia a débuté en 2013 avec, notamment, le développement et sa mise en place des premières versions du portail de communication Theia. Puis j'ai préparé et lancé toute l'exploitation du Centre de production de la mission Venüs. Enfin, je suis revenu dans le pôle Theia fin 2018 afin d'assurer le rôle de Responsable d'exploitation de l'Infrastructure de Données et de Services (IDS) Theia-MUSCATE.

Ce rôle est très central à l'interface des différents acteurs. Contenter les utilisateurs et répondre au mieux aux exigences du projet ou du pôle constituent souvent de véritables défis à relever. L'équilibre entre la satisfaction et les besoins de chacun est en permanence dans notre esprit. Il faut donc avoir une casquette de facilitateur auprès de tous ces acteurs. Trouver une solution, résoudre les problèmes, échanger avec les bons interlocuteurs, améliorer les productions, être force de propositions, maintenir un service de qualité sont le quotidien des activités à mener par le responsable d'exploitation et de son équipe.

Si ma première expérience dans le pôle, mon implication était un peu distante, c'est différent pour moi aujourd'hui. L'IDS Theia-MUSCATE existe avec des objectifs clairs et importants et ce Centre de production de masse constitue un élément majeur et moteur au sein du pôle Theia.

En quoi consiste l'exploitation dans Theia ? Qu'est-ce qui est différent dans l'exploitation au sein de Theia par rapport à vos expériences passées ?

Avec l'ensemble des équipes impliquées dans l'exploitation IDS Theia-MUSCATE, nous pilotons toute une production quotidienne définie par le pôle. Plus précisément, l'exploitation consiste à récupérer des données des catalogues sources (PEPS, USGS...) puis à les traiter avec les chaînes THEIA (MAJA, WASP, Neige...) et enfin à les mettre à disposition en les rendant accessibles. Cette exploitation veut alimenter au mieux nos utilisateurs par des produits de grande qualité.

Nous sommes également là pour injecter des nouveaux produits sans trop perturber nos productions actuelles car toute nouvelle production doit traiter toute l'archive typiquement depuis 2015. Cette activité suit un processus de validation et de qualification parfois long mais indispensable afin de sécuriser l'existant et de maintenir la qualité de service attendue.



Entretien avec
Bernard SPECHT

Responsable d'exploitation
CNES pour l'IDS Theia-MUSCATE

► www.theia.cnes.fr

Dans chacune de mes expériences passées, l'exploitation n'existait pas. Je devais la mettre en place et la démarrer. A contrario, celle de l'IDS THEIA-MUSCATE était déployée et fonctionnait lors de mon arrivée fin 2018 mais souffrait d'une mauvaise image car elle rencontrait des difficultés dès qu'elle devait réaliser une production de masse.

Mon premier objectif a été justement d'améliorer l'ensemble des procédures d'exploitation pour automatiser au maximum les tâches et améliorer l'image de marque de l'IDS. En communiquant avec toutes les équipes, en exposant les problèmes, en proposant des solutions validées par tout le monde, nous avons

progressivement modifié cette perception, me semble-t-il.

Avec une production couvrant les objectifs de pôle Theia (notamment une production Sentinel-2 régulière et quotidienne représentant dix fois la France depuis fin 2019), l'exploitation de l'IDS Theia-MUSCATE a atteint sa vitesse de croisière. Je sais que tout n'est pas encore parfait mais avec cet objectif atteint, nous avançons positivement pour la contribution du CNES au pôle Theia.

À votre avis, quelles sont les plus belles réalisations de Theia et quel est le plus grand défi à relever à l'avenir pour le pôle ?

Je ne connais pas toutes les belles réalisations existantes. Cependant, on peut mettre en avant les réalisations de l'IDS Theia-MUSCATE depuis 2019 : 650 000 produits mis à disposition ; plus de 420 000 téléchargements depuis l'ouverture du site ; 6 700 utilisateurs différents, dont 50 % français ayant téléchargé au moins un produit. Il paraît légitime de considérer la production de l'IDS Theia-MUSCATE comme une belle réalisation au sein du pôle.

Dans un avenir immédiat, le défi est de préparer l'IDS Theia-MUSCATE aux retraitements de masse envisagés notamment celui de tous les produits issus de Sentinel-2 (car l'ESA va également les retraiter avec une meilleure correction géométrique) sans perturber la production du fil de l'eau. Celui-ci est en bonne voie avec notamment le renouvellement de l'infrastructure informatique.

Dans un avenir plus lointain, mais déjà présent dans nos esprits, l'équipe va devoir se préparer à l'exploitation sur une nouvelle IDS Theia-MUSCATE-NG (HYSOPE II ► Lire Bulletin 13). Avec nos connaissances et notre retour d'expérience sur l'exploitation actuelle, nous espérons répondre efficacement aux besoins de production d'aujourd'hui et surtout ceux de demain du pôle Theia.



« Œuvrer à la démocratisation des produits et services relatifs à l'imagerie spatiale ainsi qu'à la mise en synergie des acteurs dans le sens du bien commun »

Vous êtes le directeur de la société Insight qui participe activement à l'animation de l'ART GéoDEV Nouvelle-Calédonie. Qu'est-ce qui motive l'engagement de votre structure dans Theia ?

Jean MASSENET : Aux côtés de Marc DESPI-NOY de l'IRD-NC/UMR EspaceDEV, je suis le co-animateur de l'ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie. Mon rôle au sein du pôle Theia est d'assurer, au titre de l'ART que nous avons mis en place, notre mission globale visant à animer, structurer et fédérer la communauté géomatique calédonienne.

Nous avons notamment pour objectif de renforcer les liens entre Theia et la Nouvelle-Calédonie, profitant notamment de notre séminaire annuel OSS NC (Observation Spatiale au Service de la NC) (► lire p.1) pour créer les synergies avec les experts techniques et thématiques de Theia relativement aux orientations prises par la communauté locale et aux besoins des utilisateurs.

Avant d'être un engagement dans le pôle Theia, il s'agit d'un engagement au profit de la communauté géomatique calédonienne. Marc et moi œuvrions déjà à la démocratisation des produits et services relatifs à l'imagerie spatiale ainsi qu'à la mise en synergie des acteurs dans le sens du bien commun. Aussi, à découverte de l'existence des animations Theia (ART), cela nous est apparu comme une évidence pour la Nouvelle-Calédonie !

Comment s'articule votre activité de coordinateur de pôle et de chef d'entreprise dans le satellitaire ?

Jean MASSENET : En ma qualité de directeur d'exploitation de la start-up innovante calédonienne INSIGHT SAS, mon objectif premier reste la compréhension la plus complète possible des différents apports de l'imagerie spatiale dans le cadre de la gestion durable des territoires et des ressources. Mon rôle principal consiste ainsi ensuite à agir en qualité de facilitateur entre mon équipe technique et les différents utilisateurs potentiels, tâchant



Entretien avec
Jean MASSENET

Directeur d'INSIGHT NC,
structure co-animatrice
de l'ART GeoDEV Nouvelle-Calédonie

INSIGHT SAS

► insight.nc/

ART GeoDEV NC

► www.theia-land.fr/artist/art-geodev-nouvelle-caledonie/

notamment de créer des synergies entre ces derniers pour œuvrer à des réflexions collégiales à l'échelle du territoire et permettre une mutualisation des moyens.

En qualité de représentant d'Airbus DS dans la région Pacifique Sud, INSIGHT SAS oeuvre depuis plusieurs années maintenant à offrir le meilleur à la communauté géomatique locale comme régionale, avec notamment une adaptation maximale aux besoins particuliers de territoires insulaires. Nous passons ainsi beaucoup de temps et d'énergie à œuvrer pour la communauté, au dépend parfois de notre activité propre en tant qu'entité privée avec un inéluctable besoin rentabilité.

À votre avis, quelles sont les plus belles réalisations de Theia et quel est le plus grand défi à relever à l'avenir pour le pôle ?

Jean MASSENET : En ce qui me concerne, les plus belles réalisations me semblent être, d'une part, la mise en synergie de différents acteurs *via* les centres d'expertise scientifique (CES) pour le développement de produits et services opérationnels et disponibles et, d'autre part, le fait d'avoir pensé la démarche jusqu'au bout avec la mise en place de ces animations régionales (ART) agissant en qualité de facilitateur entre producteurs et utilisateurs et permettant ainsi la nécessaire remontée d'informations quant à la pertinence des produits relativement aux besoins opérationnels.

Cette démarche globale me paraît ainsi être particulièrement pertinente et pérenne, adaptée de bout en bout de la chaîne, du producteur à l'utilisateur, cercle vertueux de la production de produits et services issus de l'observation de la Terre et basés sur des données d'imagerie spatiale. INSIGHT, *via* l'ART GeoDEV NC, œuvre notamment à promouvoir cette dynamique auprès des différentes communautés géomatiques de la région pacifique.



Bulletin Theia

Directeurs de publication : N. Baghdadi (INRAE) - A. Sellé (Cnes)

Conception - réalisation : I. Biagiotti (Theia)

Ont contribué à ce numéro : A. Al Bitar, N. Baghdadi, S. Battiston, H. Bazzi, A. Bégué, M. Caspard, S. Clandillon, J.-F. Crétaux, M. Cros, G. Dedieu, M. Despinoy, I. Fayad, J.-F. Faure, M. Jagaille, Y. Kerr, V. Lafon, G. Le Maire, M. Le Page, A. Mahmoodi, J. Massenet, P. Pacholczyk, N. Picot, B. Specht, S. Tarot, C. Tinel, J.-P. Tonneau

Nous suivre :

► www.theia-land.fr | ► @PoleTheia | ► linkedin.com/company/pole-theia

Crédit photo Une : Les effets de la tempête Alex en France et en Italie, 4 octobre 2020, European Union, Copernicus Sentinel-2 imagery