

## SOMMAIRE

■ Actualités	1
■ Infrastructures	5
■ Echos de recherche	11
■ Paroles de Theia	13

## ACTUALITÉS



Près de 180 participants pour l'édition 2018 du séminaire de Theia à Agropolis Internationalt, Montpellier, les 17 et 18 octobre.

## Mot des directeurs scientifique et technique

Depuis la création de Theia il y a 6 ans, un long chemin a été parcouru grâce au soutien de nos organismes et à la forte implication de nos scientifiques, chercheurs et ingénieurs. Le dernier séminaire Theia, les 17 et 18 octobre 2018 à Montpellier, a été un succès avec 180 personnes présentes, des chercheurs, des universitaires, mais aussi des représentants des collectivités territoriales et d'entreprises.



Le séminaire a été l'occasion de tirer un bilan au moment où l'Infrastructure de Recherche Système Terre se met en place. Intégrer l'IR tout en poursuivant les activités de ses trois composantes (Infrastructures de Données et de Services, IDS, Centres d'Expertise Scientifique, CES et Animations Régionales Theia, ART) est l'avenir de Theia.

La mutualisation et l'innovation, dont témoignent toutes les contributions réunies dans ce *Bulletin*, ainsi que la mobilisation des membres de Theia à qui nous avons choisi de commencer à dresser le portrait dans ce numéro, restent pour ce faire nos atouts.

Nous souhaitons enfin la bienvenue à AgroParisTech qui a intégré le pôle Theia fin 2018. ■

Nous souhaitons enfin la bienvenue à AgroParisTech qui a intégré le pôle Theia fin 2018. ■

### Theia 2018 : des défis motivants pour l'avenir

Le séminaire Theia 2018 s'est tenu les 17 et 18 octobre à Montpellier sous le titre « Des données spatiales aux services de géoinformation pour la gestion des territoires et des espaces naturels ». Parmi les 180 personnes réunies, on comptait une majorité de chercheurs et d'universitaires, mais aussi 25 représentants des collectivités territoriales et plus de 30 entreprises. La 4<sup>e</sup> journée des utilisateurs OTB qui s'est tenue le lendemain a profité de cette dynamique. ([Lire page 2](#))

Cinq sessions ont structuré les journées : l'actualité du réseau en matière d'offre de données et de services – IDS (session 1) ; le dynamisme de Theia en région (session 2) ; les algorithmes et traitements au service de la communauté (session 3) ; l'expertise et les applications liées au sol (session 4) ; et l'expertise et les applications liées à l'hydrologie et à l'agriculture (session 5). Chaque journée a été marquée par une table ronde : le mercredi, sur les défis de l'animation régionale ; le jeudi, sur la place de Theia pour répondre aux enjeux de la gestion des territoires et des espaces naturels. Ce programme rend bien compte de l'essor des activités de Theia dans chacune de ses composantes – infrastructures de données, centres d'expertise ou ateliers régionaux.

Le séminaire offre également l'occasion de tirer un bilan au moment où l'IR Système Terre (IR ST) se met en place. ([Lire page 4](#)) L'avenir du pôle Theia, dont l'expansion constitue une réussite, repose maintenant sur sa capacité à intégrer l'IR ST tout en veillant à poursuivre la trajectoire vertueuse qui est la sienne en conjuguant ses trois dimensions. Des IDS coordonnées et consolidées (catalogage des produits à valeur ajoutée, mise en place de services de traitement à la demande, etc.) offrent accès à la diversité des images, et le dispositif DINAMIS en cours de mise en place constituera un composant à part entière de l'IR ST. ([Lire page 7](#)) Elles permettent de produire et diffuser les algorithmes et les produits thématiques issus des CES, dont le dynamisme répondant aux critères de qualité et d'originalité garantis par le Comité Scientifique de Theia doit continuer d'être valorisé. Des ART vivants et en réseau, dans lesquels chaque partenaire contribue à l'émergence d'applications innovantes et diffusées, constitue le troisième pilier à part entière.

Sur ce dernier point, les échanges durant le séminaire ont montré que de nouveaux acteurs pouvaient être mobilisés, à l'échelle ministérielle (Agriculture, Environnement, Numérique) ou institutionnelle. Par exemple, la nouvelle Direction de l'Innovation et des Applications du Cnes partage, de fait, de nombreux objectifs avec les ART. Enfin, si le caractère multirégional de Theia confère au pôle une identité plutôt nationale, ses principes sont transposables à d'autres échelles, notamment dans les pays du Sud, pour lesquels l'accès à l'information spatiale représente un fort potentiel de développement. Autant de défis motivants pour l'avenir. ■

Nicolas BAGHDADI (Irstea, Tetis), Philippe MAISONGRANDE (Cnes),  
Pierre MAUREL (Irstea, Tetis) & Arnaud SELLE (Cnes)

## OTB: 4<sup>e</sup> journée utilisateurs

En 2005, pour accompagner la mission Pléiades, le CNES a développé l'Orfeo Tool Box (OTB), un logiciel libre de traitement d'images de télédétection ([www.orfeo-toolbox.org](http://www.orfeo-toolbox.org)).

Depuis, OTB est devenu un véritable couteau suisse pour la télédétection : prétraitements, segmentation, classification, interface python, logiciel de visualisation et un plugin pour QGis revu pour améliorer l'expérience utilisateurs. À l'instar de la plupart des logiciels libres, OTB a adopté en 2015 un mode de gouvernance ouvert à tous. Le Cnes et l'Irstea, deux de ses contributeurs les plus actifs, ont profité de la tenue du séminaire Theia

pour organiser la 4<sup>e</sup> Journée des Utilisateurs OTB, le 19 octobre 2018, dans les locaux d'Agropolis International à Montpellier.

Ces rencontres utilisateurs offrent une excellente occasion de cerner les besoins et d'imaginer de nouvelles pistes d'adaptation. La matinée donnait ainsi aux utilisateurs la possibilité de présenter leurs propres travaux et de les discuter avec la communauté. L'après-midi proposait trois ateliers de formation adaptés à différents niveaux (découverte, interface python et module *deep learning* développé par l'Irstea). Un espace d'échange permettait également aux utilisateurs de discuter directement avec les développeurs.



La journée a bénéficié de la venue d'une large partie de la communauté française de la télédétection pour le séminaire Theia. Parmi les 70 participants, un chiffre notablement élevé, certains avaient fait le voyage depuis l'Angleterre, l'Irlande, l'Espagne, la Croatie et la Belgique. La plupart appartenait à des institutions publiques et des sociétés privées (industriels, startup), représentant assez fidèlement la communauté des utilisateurs et son élargissement constant. ■

Plus de 70 participants réunis à Agropolis International lors de la 4<sup>e</sup> journée des utilisateurs OTB, le 19 octobre 2018 à Montpellier.

Rémi CRESSON (Irstea),  
Manuel GRIZONNET, Victor POUGHON,  
Julien MICHEL, Yannick TANGUY  
& David YOUSSEFI (Cnes)



### La TeleScop, 1<sup>ère</sup> SCOP en télédétection

La TeleScop, première société coopérative et participative en télédétection, cartographie et appui aux politiques publiques, a été créée en août 2018 à Montpellier par trois ingénieurs et docteurs issus de la Maison de la Télédétection.

Organisée autour de 3 pôles – acquisition, production, exploitation - et d'un service communication, elle couvre toute la chaîne de valorisation des images satellitaires.

À l'interface entre la communauté scientifique et les utilisateurs finaux, l'équipe répond aux besoins des acteurs publics et privés en conseil, expertise et formation autour des données spatialisées dans les domaines de l'environnement, l'agriculture et l'aménagement du territoire.

L'activité démarre avec des prestations en collaboration avec des bureaux d'études et laboratoires de recherche : R&D sur la pollution lumineuse, production de MNS et de cartes d'occupation des sols au Sud, appui scientifique et technique sur la trame verte et bleue, gestion éditoriale du site de l'ART GeoDEV. ■

Bastien NGUYEN DUY-BARDKJI  
(Gérant de La TeleScop)  
[latelescop.fr/](http://latelescop.fr/)



### Rencontre annuelle de l'ART Nouvelle Aquitaine

L'ART Nouvelle Aquitaine (ART-NA) a tenu sa rencontre annuelle le 30 novembre 2018 à Pessac. L'Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers (OASU) a accueilli cette manifestation dans ses nouveaux locaux. La rencontre a réuni une vingtaine d'acteurs régionaux, publics et privés, fortement impliqués dans la recherche/développement et la production/commercialisation de produits issus de l'imagerie spatiale pour l'observation du système terre.

Cette réunion a fourni l'occasion de présenter en région les nouveautés de Theia, de faire un focus sur les nouveaux projets structurants portés par les membres de l'ART-NA et de discuter des nouvelles orientations à venir. La visibilité de l'ART-NA auprès de la Région Nouvelle Aquitaine est un point fort qui est ressorti des discussions. À ce titre, l'ART-NA a pris acte des discussions engagées entre le Cnes et les régions françaises pour la mise en place de conventions. L'ART-NA a ainsi approuvé très fortement durant la rencontre la volonté du Cnes d'impliquer activement les ART pour la définition de ces conventions. Les participants ont salué une démarche qui ne pourra que renforcer la visibilité en région des activités de télédétection spatiale.

L'ART-NA se fixe comme objectif pour 2019 d'étendre son réseau pour mieux fédérer les différentes dynamiques régionales de promotion de la télédétection spatiale. Cette démarche intégrative devra s'appuyer en particulier sur l'OASU. Un bilan de ces actions sera mené lors de la prochaine réunion de l'ART Nouvelle Aquitaine en juin 2019. ■

Bertrand LUBAC (Université de Bordeaux  
et ART Nouvelle Aquitaine)  
[www.theia-land.fr/fr/art-nouvelle-aquitaine](http://www.theia-land.fr/fr/art-nouvelle-aquitaine)

## Une université d'été en Iran

Theia a organisé, du 7 au 10 juillet 2018 avec la faculté de Geomatics Engineering de l'Université K. N. Toosi à Téhéran (Iran), un séminaire d'une journée, avec des présentations croisées de chercheurs français et iraniens, et une école d'été franco-irannienne de trois jours proposant un travail en atelier. L'évènement poursuivait trois objectifs :

- présenter et former à l'utilisation du logiciel libre de traitement d'images satellitaires OTB ;
- partager les expériences acquises dans le cadre de Theia en matière de produits à valeur ajoutée ;
- former les partenaires iraniens aux méthodes et algorithmes développés dans les centres d'expertises scientifiques Theia.

Un groupe de chercheurs français (Irstea, Cnes, CNRS, IRD, IGN, et Université de Strasbourg) avait fait le déplacement. Ils ont ainsi pu rencontrer un public iranien très diversifié de chercheurs, d'étudiants de Master et de Doctorat, de ministères et d'acteurs privés. ■

Nicolas BAGHDADI (Irstea, Tetis)



Séminaire et ateliers se sont succédés lors de l'école d'été franco-irannienne de télédétection de Téhéran (Iran).

## Données de télédétection et incendies

L'Irstea, avec l'appui du CRIGE (Comité Régional de l'Information Géographique) et de l'ART Sud, a organisé le vendredi 7 décembre 2018, à l'Arbois (Aix-en-Provence), une journée d'animation sur le thème « Données de télédétection et incendies ». L'évènement a attiré près de 50 personnes.

Trois sessions ont permis de présenter différents types de travaux : ceux des partenaires du programme Tosca Acado (session 1) ; ceux d'autres organismes de recherches et/ou utilisateurs (session 2) ; des témoignages de chercheurs étrangers sur les dommages observés sur les grands feux du Portugal et de Grèce (session 3). La journée s'est terminée par une table-ronde réunissant plusieurs types d'utilisateurs des données du CES Incendie.



Feu du 22 juillet 2009, sur la commune de Marseille

Les échanges ont montré l'intérêt de cette rencontre entre chercheurs et utilisateurs. Les discussions ont porté sur la facilité d'accès aux données ; la possibilité de faire émerger un groupe de travail sur une zone pilote choisie (par exemple, les feux de Rognac pourraient être étudiés à partir de données terrain et avec des objectifs et des traitements de données satellitaires différentes) ; mais aussi sur l'intérêt des données acquises par drones en complément des données terrain et satellitaires.

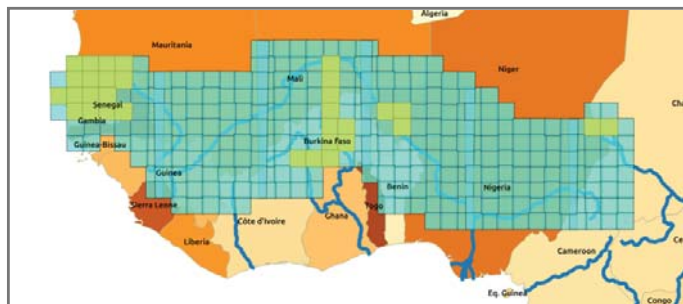
Pour ceux qui ont manqué l'évènement, les diaporamas des intervenants seront bientôt disponibles sur le site web de Theia. ■

Marielle JAPPIOT (Irstea, CES Incendie)  
[www.theia-land.fr/fr/ces-incendie](http://www.theia-land.fr/fr/ces-incendie)

## MUSCATE se tourne vers l'Afrique de l'Ouest

L'amélioration de l'efficacité dans la production des données Sentinel-2 au niveau 2A, par le centre MUSCATE de Theia avec la chaîne MAJA, permet un élargissement historique de la zone traitée. A la demande du projet Swot, une grande zone couvrant l'ouest du Sahel et notamment deux grands bassins fluviaux africains (le Niger et le Sénégal) vient ainsi d'être retenue.

Les applications concerneront le suivi des cours d'eau, mais aussi l'occupation des sols et la dynamique de la végétation. Plusieurs laboratoires y seront impliqués, dont le GET, le Cesbio, le Legos à Toulouse, le laboratoire Tetis à Montpellier.



Nouvelle zone de traitement Sentinel-2 sur le Sahel : en vert, les tuiles déjà traitées, en bleu, les nouvelles tuiles.

La zone retenue répond aux contraintes suivantes :

- ne pas dépasser 300 tuiles ;
- proposer une zone contiguë ;
- éviter les zones les plus nuageuses – comme les côtes du golfe de Guinée ;
- couvrir la quasi-totalité des bassins du Sénégal et du Niger (à l'exception des zones systématiquement nuageuses ou complètement désertiques) ;
- compléter éventuellement des zones administratives connexes – ce qui a conduit à couvrir la totalité du Sénégal, de la Gambie, du Burkina Faso, tout l'ouest et le sud du Mali, le nord des Guinées, de la Côte d'Ivoire, du Bénin et du Nigeria, le sud du Niger et l'ouest du Tchad.

La production vient de démarrer, avec la zone située le plus à l'ouest (UTM 28). Lorsque la production atteindra les données acquises en temps réel, la zone un peu plus à l'est (UTM 29) sera mise en production. Il faudra encore attendre quelques mois avant que l'ensemble des zones soit traité. ■

Olivier HAGOLLE (Cesbio, MUSCATE)

## L'initiative 4P1000 : des sols pour la sécurité alimentaire et le climat

Lancée en mars 2015, par Stéphane Le Foll, Ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, devant un public de 750 scientifiques de plus de 70 pays réunis à Montpellier pour la 3<sup>e</sup> Conférence scientifique « Climate Smart Agriculture », l'Initiative 4P1000 s'appuie sur les travaux de recherche accumulés par la communauté scientifique, notamment par la communauté



scientifique française, sur les relations entre les sols et le climat.

Cette expertise montre qu'il est possible de passer d'une agriculture source d'émissions de gaz à effet de serre (GES) à une agriculture participant à la nécessaire réduction

des émissions anthropiques de GES tout en assurant la sécurité alimentaire d'une population mondiale croissante. Des pratiques agricoles adaptées peuvent, en effet, augmenter de 0,4 % (4 %) les stocks de carbone contenus dans les sols.

Officiellement inscrite à l'agenda international lors de la conférence de Paris sur les changements climatiques en 2015, l'Initiative 4P1000 est construite autour de deux volets : un programme d'actions multi-acteurs, étatiques et non étatiques, et un programme

international de recherche et de coopération scientifique.

Ce dernier a, depuis, défini quatre priorités de recherche complémentaires :

- l'étude des mécanismes et de l'estimation du potentiel de stockage du carbone dans les sols ;
- l'évaluation des performances des pratiques vertueuses de gestion des terres et de leurs conséquences sur la séquestration du carbone et les autres services de production et de régulation ;
- l'étude des conditions favorables (gouvernance, arrangements institutionnels, politiques publiques) ;
- le suivi, la notification et la vérification des résultats des actions menées (MRV).

Les 7 et 8 novembre 2018, près de 80 participants dont certains représentant des réseaux plus vastes (dont le pôle Theia) se sont réunis à Sète. L'Atelier voulait identifier des fronts de science et des actions de recherche à programmer de façon prioritaire pour alimenter les quatre piliers du volet recherche. L'appel de Sète adopté en conclusion de l'atelier demande une mobilisation de moyens financiers afin de soutenir les recherches menées à la hauteur des enjeux. ■

Jean-Luc CHOTTE (IRD, Initiative 4P1000)  
[www.4p1000.org](http://www.4p1000.org)

## IR Système Terre : la construction d'un acteur français et européen

Avec 4 pôles de données (Theia, Odatis, ForM@Ter et Aeris), 20 centres/infrastructures de données et de services, 30 consortium d'expertise scientifique et divers dispositifs transversaux, l'Infrastructure de Recherche Système Terre (IR ST) est devenue, au printemps 2018, une des très grandes infrastructures de recherche françaises. Sa mission est de fédérer l'ensemble des travaux conduits dans le domaine de l'observation satellitaire de la Terre à l'échelle nationale, mais aussi de promouvoir la visibilité de la recherche française sur les changements globaux.

Déjà, l'IR ST s'est mobilisée avec succès autour de différents projets européens. Au sein de l'initiative European Open Science Cloud (EOSC), l'IR ST a été reconnue comme le partenaire français du projet ENVRI-FAIR qui doit fédérer les systèmes d'information et de services Cloud à l'échelle de l'UE. L'IR ST a encore été sollicitée par deux autres initiatives européennes : INFRAEOSC (services d'accès et de traitements à la demande) et HPC (performance des systèmes de calcul), à la fois pour consolider l'offre nationale et européenne en infrastructure de calcul mais aussi pour contribuer sur le plan de la gouvernance et des services. Un beau programme de travail pour 2019. ■

Frédéric HUYNH (IRD, directeur de l'IR Système Terre)

## Mesurer la durée d'enneigement annuelle dans les montagnes françaises

La durée d'enneigement est un indicateur important en climatologie et hydrologie mais aussi pour l'étude de la faune et de la flore montagnarde. Grâce à la compilation de 6 205 images Sentinel-2 et 593 images Landsat-8, deux cartes de la durée d'enneigement annuelle dans les Alpes et les Pyrénées à 20 m de résolution viennent d'être produites pour les deux derniers hivers.

Dans le cadre des activités du CES surface enneigée avec le soutien du CNES, ces cartes ont été établies pour l'année hydrologique (1<sup>er</sup> septembre au 31 août) à partir de la compilation de l'ensemble des cartes d'enneigements instantanées disponibles dans Theia. ► [osr-cesbio.ups-tlse.fr/echangeswww/majadata/simon/snowMaps.html](http://osr-cesbio.ups-tlse.fr/echangeswww/majadata/simon/snowMaps.html)

Ce produit fournit donc une vue synthétique des conditions d'enneigement au cours de l'année afin de simplifier l'utilisation des données Theia par les acteurs de terrain. L'équipe travaille donc maintenant à une automatisation pour proposer ce type de produit sur une base annuelle. ■

Simon GASCOIN (Cesbio),  
 Manuel GRIZONNET et Germain SALGUES (Cnes)  
[www.theia-land.fr/fr/ces-surface-enneigee](http://www.theia-land.fr/fr/ces-surface-enneigee)



## La 3<sup>e</sup> édition des Journées Nationales Swot

La 3<sup>e</sup> édition des Journées Nationales Swot s'est tenue au Cnes à Toulouse les 20 et 21 novembre 2018. Ces journées ont réuni près de 150 personnes pour faire le bilan des actions réalisées, mais aussi lister les défis à relever et préparer le renouvellement de la communauté.

Les travaux actuels s'organisent autour de cinq axes, couvrant toutes les surfaces et préparant l'assimilation des données Swot dans les modèles. Ils s'appuient sur l'héritage des 25 ans d'al-

timétrie et s'articulent avec les pôles de données et de services Odatis et Theia. Le prochain appel d'offre Tosca Roses en 2019 doit permettre de structurer les équipes pour les quatre prochaines années. A 3 ans du lancement, les travaux sur Swot doivent se renforcer. Le meeting scientifique annuel Swot qui se tiendra du 17 au 20 juin 2019 près de Bordeaux sera la prochaine occasion de définir les thèmes prioritaires de la future Science team. ■

Selma CHERCHALI (Cnes, SWOT  
 et SWOT Downstream)

### Le Plan d'applications satellitaires 2018 Des solutions spatiales pour mieux connaître les territoires

Le bilan du Plan d'application satellitaire (PAS) 2011 - 2017 a montré que l'effort d'acculturation entrepris avait favorisé la diffusion plus large des usages satellitaires et rapproché ces usages des utilisateurs finaux. L'idée a été reprise par le PAS 2018 qui veut se tenir au plus près des utilisateurs.

#### Une démarche d'élaboration exemplaire

Au total, près de 140 personnes principalement mobilisées dans les services du ministère (directions générales, DREAL, DIRM, établissements publics) ont participé à l'élaboration de l'édition 2018 du PAS. Dix groupes de travail thématiques ont été mis en place : aéronautique, ferroviaire et fluvial, domaine maritime, transports intelligents, gestion de crise, atmosphère et climat, prévention des risques, aménagement, biodiversité, suivi et protection du littoral.

L'élaboration s'est déroulée en quatre temps, de mars 2016 à décembre 2017 :

- expression libre des attentes dans chaque groupe de travail,
- examen des sujets identifiés notamment leur faisabilité technique,
- proposition par chaque groupe de travail des actions qui lui paraissent utiles et description : besoin, contenu, gains escomptés, risques à ne pas faire, priorité, pilote pressenti, livrable attendu,
- validation : recherche d'un pilote pour chaque action proposée, et approbation des actions retenues par le Comité de pilotage.

Au final, 20 actions ont été inscrites au PAS 2018 et 65 actions proposées par les groupes de travail n'ont pas trouvé de pilote.

Cette démarche a mis en évidence deux aspects encourageants : la forte motivation des acteurs et la grande richesse des besoins exprimés par les services.



#### Des actions métier et des appuis aux services

Les actions métier retenues au PAS 2018 sont regroupées en sept thèmes :

- améliorer la connaissance des décideurs lors de la gestion des crises,
- anticiper le niveau de pollution atmosphérique,
- améliorer la sécurité des transports et leur efficacité,
- observer les milieux pour mieux protéger la faune et la flore,
- surveiller les changements climatiques,
- connaître l'environnement pour en apprécier les services,
- connaître l'évolution de l'occupation du sol pour mieux l'optimiser.

### Copernicus à la rencontre de ses utilisateurs

Le Ministère de la transition écologique et solidaire et l'IGN ont publié, en décembre 2018, une étude sur les usages en France des produits d'occupation des sols de la composante locale Copernicus Land. Réalisée à la demande de l'Agence Européenne pour l'Environnement, cette étude s'appuie sur une enquête en ligne menée du 7 juin au 5 juillet 2018. La grande majorité des répondants travaillent pour l'administration ou la recherche publique (88 %), se répartissant assez également entre les échelles nationale, régionale ou locale.

L'étude révèle d'abord la méconnaissance des produits Copernicus de la composante locale : seules les données de couverture et d'usage des sols des zones Natura 2000 et de l'atlas urbain sont bien connues : respectivement, par 78 % et 68 % des répondants. Elles restent néanmoins peu utilisées : par 27 % et 17 % des répondants, respectivement. Par rapport aux données nationales, les utilisateurs apprécient avant tout leur meilleure classification thématique (34 % pour les données de couverture et d'usage des sols de l'atlas urbain et 27 % pour les données Natura 2000).

Le rapport recommande des améliorations sur la communication et la documentation concernant les modes d'accès, les utilisations possibles, la précision et les méthodes de production des données ainsi que sur leur mise à disposition. Il pointe enfin une attente de plus long terme des utilisateurs qui réclament une nomenclature homogène et compatible entre les différents des produits d'occupation des sols de Copernicus. ■

Frédérique JANVIER (MTES - CGDD)

#### Consulter le rapport entier :

« Résultats de l'enquête sur les usages des produits de la composante locale du service Copernicus Land », Rapport, Service de la donnée et des études statistiques, Ministère de la transition écologique et solidaire et Institut national de l'information géographique et forestière, Décembre 2018.

[www.eionetfrance.fr/?q=node/1199](http://www.eionetfrance.fr/?q=node/1199)

En complément à ces actions métier, 17 actions d'appui aux services ont été retenues, regroupées en 5 thèmes :

- renforcer les relations entre les acteurs du réseau scientifique et technique et les services des deux ministères,
- rassembler les acteurs, favoriser l'appropriation des savoirs et le partage des bonnes pratiques,
- accompagner les services internes des deux ministères pour développer leurs pratiques sur le domaine satellitaire,
- favoriser l'innovation et l'émergence de projets par le développement d'un écosystème de PME et TPE,

- faciliter l'accès aux données spatiales, aux données dérivées et aux outils de traitement correspondants.

Le PAS 2018 est accessible à l'adresse [www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-dapplications-satellites](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-dapplications-satellites). Toutes les actions sont listées dans les annexes. ■

**José DEVERS** (Ministère de la transition écologique et solidaire – Ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales)

## L'archivage numérique pérenne : accessibilité et lisibilité sans limitation de durée

La progression exponentielle du numérique dans tous les domaines a récemment imposé aux administrations et entreprises de se soucier de la conservation à long terme de l'information numérique. Parmi les nombreux projets, publics ou privés, d'échelle nationale, européenne et mondiale, dédiés à la conservation de l'information électronique, le Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur (CINES) offre à l'enseignement supérieur et la recherche française un véritable service d'archivage à long terme des données numériques. Depuis 2006, ce service d'archives est ouvert à tout organisme, produisant ou collectant en grande quantité des documents électroniques de valeur patrimoniale pour la communauté.

L'offre CINES se doit de conserver le document et l'information qu'il contient dans son contenu intellectuel comme dans son aspect physique, mais aussi de le rendre accessible et compréhensible sans limitation de durée ; c'est-à-dire de conjurer les effets de différents facteurs inéluctables tels que la connaissance perdue du contenu des fichiers, l'obsolescence des formats, la détérioration des supports physiques ou encore la disparition des logiciels ou matériels de lecture. Pour garantir une bonne conservation, des procédures de contrôle de la qualité de l'objet numérique lui-même et des services associés ont été adoptées. La certification de l'activité (agrément du Service Interministériel des Archives de France, accréditation CoreTrust seal) permet d'instaurer des relations de confiance avec les communautés d'utilisateurs.

### Un service d'archive en constante expansion

Dix ans après le lancement de la première plateforme d'archivage pérenne, le CINES accueille une vingtaine de projets d'archives dont la conservation des thèses électroniques, collectées et versées par l'Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur, ou la préservation de documents issus de la numérisation de revues ou de manuscrits, comme le programme Persée en Sciences Humaines et Sociales, des bibliothèques universitaires comme Cujas et Sainte-Geneviève, ou encore l'archivage de documents de chercheurs scientifiques déposés dans l'outil HAL. Pour Geosud, ce sont les images de couverture nationale Spot et RapidEye, acquises et retraitées dans le cadre du projet, qui sont confiées au CINES. Bientôt le partenariat avec le Muséum national d'Histoire naturelle permettra la conservation d'herbiers numérisés représentant près de 400 To de données ! Dans chaque projet, la plateforme d'archivage est interfacée avec les systèmes d'information des services versants pour un traitement entièrement automatisé. Près de 900 000 objets sont actuellement stockés, pour une volumétrie de plus de 50 To.

Répondant à la stratégie de préservation du patrimoine scientifique et la promotion de la Science Ouverte prônée par les tutelles, le CINES travaille enfin à élargir l'archivage à de nouveaux types de données, comme les données de simulation ou celles d'appareils de mesure (données in situ, etc.). Une collaboration avec, entre autres, l'IR Système Terre si elle trouve un appui financier auprès de la Commission européenne pourrait notamment aboutir très prochainement. ■

**Olivier ROUCHON** (CINES)  
[www.cines.fr](http://www.cines.fr)

## Infrastructure de données Geosud Un service de traitements en ligne pour les images optiques HR et THR

Aujourd'hui, l'infrastructure de données spatiales Geosud fournit des services d'accès standardisés à plus de 12 000 images HR et THR (IDSv1). En 2017-18, une dernière tranche de réalisation a permis de développer une plateforme de services de traitements en ligne et à la demande (IDSv2), dont l'objectif est de faciliter l'analyse des images HR et THR aux adhérents Geosud.

L'ouverture de ce nouveau service est prévue cet hiver 2018-2019, d'abord aux adhérents Geosud experts du domaine pour s'étendre, par la suite, à l'ensemble des communautés Geosud et Theia. Du point de vue de l'utilisateur, un module Analyse viendra compléter le portail web Geosud. Il mettra à disposition un catalogue de traitements conçu pour accompagner l'utilisateur dans l'ensemble des opérations : choix des images compatibles au traitement sélectionné, sa configuration puis son exécution. Une ressource de calcul HPC permettra de prévisualiser, en temps quasi réel, les résultats d'un traitement. L'utilisateur pourra ainsi, par essai/erreur, ajuster le paramétrage de son traitement avant de l'exécuter sur l'ensemble d'une scène. Enfin, l'historique des analyses effectuées ainsi que les don-

nées résultantes resteront mobilisables pour d'autres analyses. Chaque adhérent disposera d'un espace de stockage lui permettant de conserver ses résultats et de les rejouer.

Le module repose sur l'implémentation d'un serveur de traitements standard WPS (Web Processing Service) adossé au cluster de calcul régional Meso@LR. Le développement sur la base de l'outil open source Zoo-project et le moteur de recherche Open source ElasticSearch créent un environnement entièrement standardisé qui garantit la recherche des images et des traitements, leur configuration et leur exécution par le centre Meso@LR.

La conception adossée à un environnement de calcul HPC permet enfin d'envisager l'hébergement de chaînes de traitements opérationnelles venant de CES Theia, puis leur production et leur mise à disposition sous la forme d'un catalogue de produits et de services standards (service de découverte, visualisation...). A cette fin, l'infrastructure Geosud, sous la bannière du pôle Theia et de l'IR Système Terre, recherche d'ores et déjà des financements pour concevoir et prototyper ces nouvelles fonctionnalités. ■



Jean-Christophe DESCONNETS (IRD, Espace-Dev),  
Rémi CRESSON (Irstea, Tetis)  
[ids.equipex-geosud.fr/](http://ids.equipex-geosud.fr/)

## DINAMIS

### Préparer l'indépendance de la recherche satellitaire pour les dix ans à venir

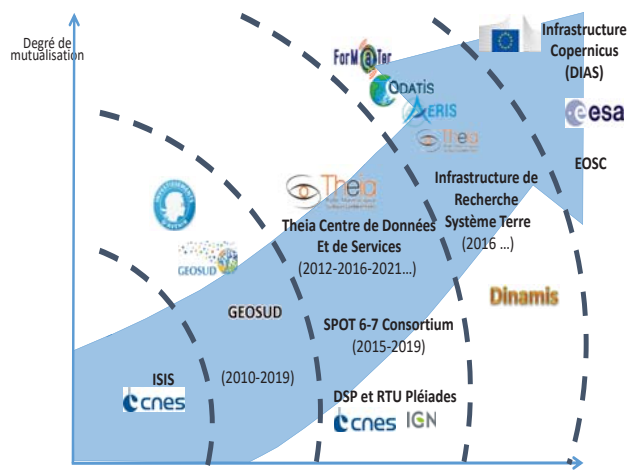
Maintenir le dynamisme de l'écosystème d'innovation français fondé sur l'image satellitaire demande de garantir l'approvisionnement dans les dix prochaines années à un bouquet d'images satellitaires complémentaires (très haute et haute résolution, optique, radar ...). Un groupe de plusieurs organismes publics – Cnes, CNRS, IGN, IRD, Irstea, Cirad – propose aujourd'hui

de mettre en place un portail national unifié, le Dispositif Institutionnel National d'Approvisionnement Mutualisé en Imagerie Satellitaire (DINAMIS) pour prendre le relais des mécanismes en cours (ISIS, Geosud, Consortium Spot 6-7...).

DINAMIS constituera un composant transversal de l'Infrastructure de Recherche Système Terre en cours d'élaboration et servira la communauté scientifique, les acteurs publics français, les acteurs privés pour des prestations publiques et de la R&D.

Le dispositif poursuit six objectifs :

- Le catalogage ou le moissonnage des catalogues existants de toutes les images gratuites ou acquises sur fonds publics (Landsat, Sentinel, Spot 1-5, Pléiades, Spot 6-7) ;
- L'acquisition, systématique ou à la carte, de nouvelles images THRS commerciales (aujourd'hui Pléiades et Spot 6-7 ; demain, possiblement, Pléiades Néo ...) grâce à une politique d'achat mutualisée ;
- L'accès à ces différentes images aux formats bruts ou orthorectifiés ;
- L'accompagnement des demandeurs d'images pour traduire leurs besoins métiers en spécifications d'images ;
- Le stockage et l'archivage des données acquises par le dispositif et qui ne seraient pas gérées par ailleurs ;
- La gestion des mécanismes d'adhésion au dispositif et d'authentification des utilisateurs.



DINAMIS s'inscrit dans la continuité et la complémentarité des infrastructures de services satellitaires existantes et en développement à l'échelle nationale et internationale.

Le dispositif proposera un portail web (en construction) contenant des pages explicatives d'accompagnement, une application de métacatalogue de l'ensemble des images en archive (en cours de développement), ainsi qu'une application de demande de nouvelles images à très haute résolution spatiale (THRS) Pléiades, Spot 6-7 et Spot 1-5. Il assurera également l'articulation avec les dispositifs distants dans les ROMs (dispositifs SEAS). Le service de demande de nouvelles images Pléiades et Spot 6-7 (par programmation des satellites ou depuis les archives d'Airbus DS) est déjà opérationnel et peut être utilisé par les acteurs publics et les scientifiques déjà adhérents au dispositif Geosud et au pôle Theia.

- Création d'un compte Geosud : <http://ids.equipe-geosud.fr/web/guest/comment-adherer>

- Création d'un compte Theia : <https://sso.theia-land.fr/theia/register/register.xhtml>
- Demande d'images : <https://dinamis.teledection.fr/login>

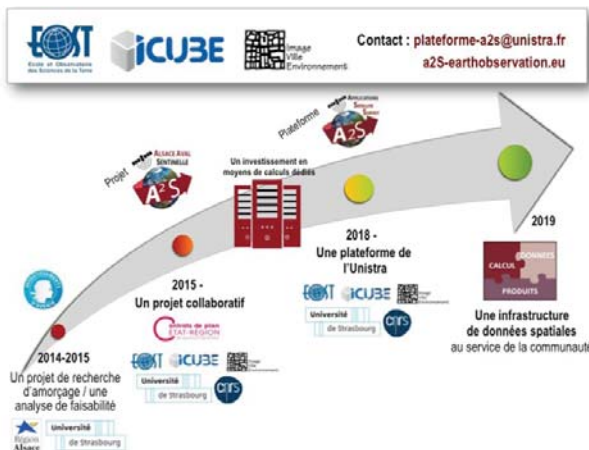
Le financement de DINAMIS fait l'objet actuellement de plusieurs tours de table, dans un premier temps entre les organismes à l'origine du dispositif puis auprès des principaux bénéficiaires (ministères et opérateurs publics, régions). Ils seront complétés par des réponses à des appels à projet, et si nécessaire, par une contribution financière des adhérents au dispositif. ■

Pierre MAUREL (Irstea, Tetis)

## Plateforme A2S

### Une infrastructure de calcul innovante au service de produits et de partenaires

A2S, la plateforme de calcul de l'Université de Strasbourg et du CNRS dédiée aux Applications de Surveillance par Satellite, succède au projet A2S (Alsace Aval Sentinelle). Depuis 2012, trois laboratoires (EOST, ICube et LIVE) travaillent à créer, en Alsace, une infrastructure de production d'information fondée sur l'exploitation de séries temporelles d'images issues de la constellation Sentinel. Labélisée et individualisée comme plateforme de calcul depuis l'été 2018, A2S propose une offre stratifiée de services autour du traitement massif de données d'Observation de la Terre. Elle se veut une infrastructure de données spatiales au service de la recherche, des usagers de l'ART Grand Est mais aussi au-delà des frontières régionales.



modules thématiques spécialisés dans l'extraction d'information à partir de séries temporelles d'images ; et

- 3) des ressources humaines dédiées, avec un ingénieur spécialisé en calcul massif et un ingénieur en conception logicielle, auxquels s'ajoute l'expertise des chercheurs des laboratoires qui pilotent la plateforme.

#### Une plateforme opérationnelle

Par sa conception, la plateforme permet le traitement en temps court de séries temporelles massives de données image, en mode continu (flux) comme en mode traitement d'archives sur de grandes surfaces d'intérêt couvrant au minimum un territoire national. Six chaînes thématiques sont disponibles :

- MPIC-OPT : mesure des mouvements du sol par corrélation d'images,
- Water-S1 et S2 : détection des surfaces d'eau libre à partir des images Sentinel-1 et 2,
- URBA-OPT : cartographie des surfaces artificialisées,
- BurnOut : cartographie des surfaces brûlées,
- DSM-OPT : création de modèles de surfaces par photogrammétrie satellitaire et
- ImCLASS : cartographie générique de classes d'occupation du sol par intelligence artificielle.

Dix-huit mois après la réception des premiers racks de calcul, les premières chaînes tournent. L'équipe développe la plateforme autour de deux axes : 1) construire et opérer de nouveaux produits (données, modèles, processus, services) avec des partenaires de tous horizons ; et 2) intégrer cette ressource comme infrastructure associée aux pôles de données et services de l'IR Système Terre, en particulier sur les thématiques qui relèvent des surfaces continentales et de la Terre solide. ■

L'équipe de la plateforme A2S

La plateforme est dotée de ressources propres associant :

- 1) des capacités de calcul et de stockage (44 nœuds, 1 040 cœurs, 11 To scratch home) insérées au Mésocentre de l'Université (10 000 cœurs) et donc extensibles ;
- 2) des logiciels dédiés : modules de gestion des processus de traitement parallélisés, modules d'ingestion et de mise en forme des données (Sentinel, Landsat et Pléiades),

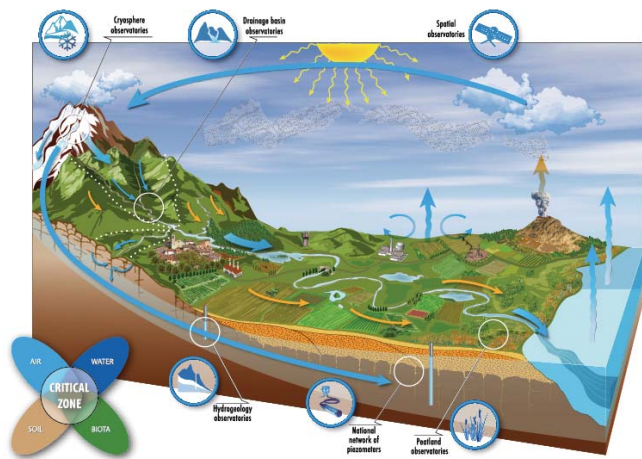
## L'Infrastructure de Recherche OZCAR Observatoires de la Zone Critique. Applications et Recherche

### Qu'est-ce que l'IR OZCAR ?

L'Infrastructure de Recherche (IR) OZCAR est l'une des 23 IRs nationales labellisées dans le domaine de l'environnement. Elle s'intéresse plus particulièrement à la Zone Critique, cette fine pellicule à la surface de la Terre, située entre les roches non al-

térées de la lithosphère et les basses couches de l'atmosphère, où se produisent les transferts d'eau, d'énergie et de matière et les interactions entre l'eau, le sol, les roches, les êtres vivants. Cette zone est critique pour l'humanité car c'est de là que nous tirons nos ressources en eau, énergie, nourriture, et là que nous jetons nos déchets.





C'est dans la Zone Critique que l'humanité puise ses ressources en eau, en énergie et en nourriture, et qu'elle rejette ses déchets

L'IR OZCAR regroupe 22 observatoires labellisés par des organismes de recherche et des universités qui documentent, depuis de longues années, une centaine de sites allant de la parcelle aux grands bassins comme l'Amazone, en passant par de bassins versants de quelques km<sup>2</sup> à quelques centaines de km<sup>2</sup>.

Ces observatoires échantillonnent différents compartiments de la zone critique : la cryosphère (neige, glaciers, permafrost), les bassins versants, les nappes souterraines, les tourbières pour documenter les cycles de l'énergie, de l'eau, du carbone, de la matière (sédiments, carbone, nitrates, phosphore, éléments chimiques mais aussi contaminants) ou les surveillent depuis l'espace. Bien qu'initialement conçus pour répondre à des questions scientifiques locales, ces observatoires partagent une

même question scientifique : comment décrire, comprendre et modéliser les évolutions de la zone critique dans le contexte de l'Anthropocène et des changements globaux ?

### Quels services sont offerts par l'IR OZCAR ?

Les données que produisent les observatoires de l'IR OZCAR, avec parfois des chroniques d'observation de plus de 50 ans, constituent sa première richesse. Ces données sont pour le moment mises à disposition au niveau de chaque observatoire selon des modalités qui leur sont propres. Un Système d'Information commun, le SI Theia-OZCAR, est en cours de construction et vise à accroître la visibilité et l'utilisation de ces données, en les rendant FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) (► voir bulletin Theia n°9 de Juin 2018 pour plus de détails).

L'autre richesse de l'IR OZCAR, c'est son parc instrumental, acquis grâce au programme d'investissement d'avenir Critex (Equipements innovants pour la zone critique ► [www.critex.fr/](http://www.critex.fr/)), et qui a permis de doter la communauté française d'équipements de pointe, notamment pour l'acquisition de données de géochimie haute fréquence in situ, de données de géophysique (gravimétrie, mesures sismiques, résonance magnétique, etc..) croisées.

Ce parc instrumental est ouvert à la communauté scientifique. De même, de nouveaux projet peuvent s'appuyer sur les sites d'observations multidisciplinaires et bien documentés. Les modalités de mise à disposition des instruments et d'accès aux sites doivent cependant encore être précisées. ■

Isabelle BRAUD, Jérôme GAILLARDET  
(responsables IR OZCAR)  
& Fatim HANKARD (Ingénieur projet IR OZCAR)  
[www.ozcar-ri.org](http://www.ozcar-ri.org)

## AMMA-CATCH : 30 ans d'observations éco-hydro-climatologiques en Afrique de l'Ouest

L'Afrique de l'Ouest est une région en transition rapide du point de vue du climat, de la démographie et de l'utilisation des terres. Cette région est également un « hot spot » du changement global dans toutes ses composantes. Pourtant, l'Afrique manque encore cruellement de mesures in situ adéquates aux échelles appropriées pour documenter les changements environnementaux en cours et saisir les indications possibles de trajectoires futures. En outre, des incertitudes considérables subsistent dans les simulations des modèles climatiques, notamment en ce qui concerne le cycle de l'eau et les précipitations.

Documenter et fournir des observations de qualité sur cette région du monde est la motivation principale de l'observatoire AMMA-CATCH. Depuis 30 ans, l'observatoire recueille des données provenant de sites fortement instrumentés et étagés en latitude afin de cerner le fort gradient éco-climatique caractéristique de la région.

Sur chacun des sites AMMA-CATCH documente l'ensemble du cycle hydrologique (pluie, infiltration, recharge des nappes, écoulements des rivières, évapotranspiration), le bilan d'énergie et le cycle de la végétation.

Une synthèse des résultats scientifiques obtenus avec ces observations est disponible un article paru récemment dans *Vadoze Zone Journal*. Les données acquises sont disponibles sur la base de données AMMA-CATCH et seront prochainement consultables depuis le Système d'Information in situ Theia-OZCAR. ■

**MALI**

- pluviométrie : 200 - 400 mm/an
- système pastoral

**NIGER**

- pluviométrie : 450-600 mm/an
- culture (mil) et système pastoral

**BENIN**

- pluviométrie : 1200-1300 mm/an
- cultures (sorgho, igname, maïs, ...) et forêt claire

Sylvie GALLE (IGE, Grenoble),  
Manuela GRIPPA (GET, Toulouse),  
Christophe PEUGEOT (HSM, Montpellier)  
[www.ozcar-ri.org/amma-catch/](http://www.ozcar-ri.org/amma-catch/)

Les différents sites de l'observatoire AMMA-CATCH illustrent la grande diversité éco-climatique de l'Afrique de l'Ouest.

## L'Avion Jaune Voir et dévoiler

L'Avion Jaune est une entreprise spécialisée dans l'imagerie d'observation de la Terre. Lancée en 2005 à Montpellier, l'entreprise a été pionnière dans le domaine des drones cartographiques puis a étendu ses capacités par l'emploi d'ULM, d'avions et d'hélicoptères. Depuis 2012, elle complète son offre par la production de systèmes embarqués pour la cartographie aérienne (caméra multispectrale, lidar) et la formation à l'emploi de ce type de techniques. Son activité actuelle s'équilibre entre la réalisation de missions de levés aériens à très haute résolution et un effort de R&D sur les systèmes cartographiques légers et innovants. Les recherches menées au sein de l'équipe portent également sur les traitements d'images associés, notamment l'apprentissage profond.

### Une entreprise innovante en lien avec la recherche

Entreprise innovante, L'Avion Jaune fut lauréate du concours du ministère de la Recherche en catégorie « émergence » en 2004 avec le soutien d'Irstea et coopère très régulièrement avec différents organismes de recherche, dans le cadre de projets coopératifs sur l'environnement (TALVEG2, SODA). Des prestations spécifiques sont également conçues et réalisées pour des équipes de recherche : archéologie pour le CNRS et l'INRAP, érosion pour le BRGM, formations drones pour l'IRD et l'Irstea.

L'équipe de L'Avion Jaune a établi sa réputation sur nombre de missions atypiques réussies, dans des domaines d'expertise spécifiques : étude du végétal, suivi de l'érosion, zones littorales et couloirs rivulaires. Sa force d'action est basée sur la très forte complémentarité de son équipe qui s'est progressivement renforcée avec des spécialistes de l'acquisition et du traitement d'image, de la photogrammétrie et des systèmes embarqués. Elle compte actuellement douze permanents.

Parmi nos missions les plus marquantes, citons :

- la cartographie par drone des atolls de Mururoa et Fanga-taufa (Polynésie) pour le CEA,
- la cartographie 3D du littoral aquitain (300 km) pour le BRGM,
- la cartographie rapide des dégâts de la tempête Klaus pour l'IFN,
- la cartographie multispectrale annuelle de grandes surfaces de vignobles en collaboration avec Fruition Science (aide à la vendange),
- la mise au point et production du système de cartographie de crise « SC2 » pour la Gendarmerie nationale,



Image prise par drone du récif à Mururoa pour analyse géomorphologique

- des cartographies de vestiges pré-incaïques en Bolivie à plus de 4 000 m d'altitude par drone aile-volante. (CNRS),
- des cartographies 3D de sites de production d'énergie (EDF)
- imagerie multispectrale par drone sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares au Gabon.

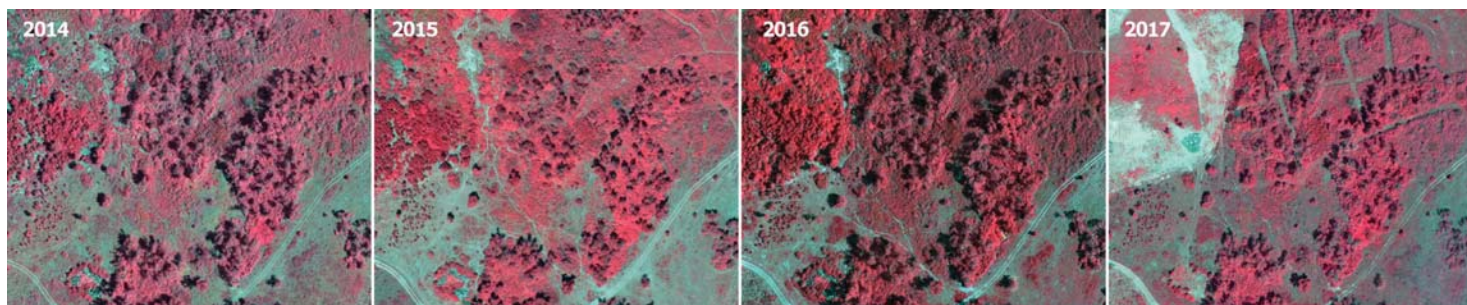
### Continuer de sortir des sentiers battus

Au-delà de ces missions phare, l'équipe de L'Avion Jaune se distingue par son réalisme et son pragmatisme forgés par une grande expérience. Animée depuis sa création par un désir de découverte « hors des sentiers battus », notre entreprise a su gérer les risques et mener à bien plus de 500 missions. En ne nous engageant qu'après une analyse approfondie des demandes, parfois très exotiques ou ambitieuses qui nous parviennent, nous nous assurons de la satisfaction et de la confiance renouvelée de nos clients. Les axes de développements privilégiés aujourd'hui sont la cartographie de crise, les risques naturels et l'environnement.

L'entreprise sœur « YellowScan », issue de la R&D de L'Avion Jaune, s'est lancée en 2015 sur le marché du lidar pour drone et fait partie désormais des entreprises leader de ce secteur au plan mondial. Forte de ce dynamisme, YellowScan recrute actuellement divers profils pour accompagner son développement (► [www.yellowscan-lidar.com/company/career](http://www.yellowscan-lidar.com/company/career)). ■

**Michel ASSENBAUM  
& Bruno ROUX (L'Avion Jaune)**  
[www.lavionjaune.fr/](http://www.lavionjaune.fr/)

Suivi multitemporel d'une zone de restauration écologique en imagerie multispectrale à 5 cm/pixel



## Coupler des images Sentinel-1 (radar) et Sentinel-2 (optique) pour estimer l'humidité du sol à l'échelle parcellaire

Le suivi spatio-temporel de l'humidité du sol dans les zones agricoles est d'une grande importance pour diverses applications liées au cycle continental de l'eau. L'utilisation de capteurs in situ permet d'assurer ce suivi, mais cette technique est très coûteuse et ne peut être réalisée que sur un secteur agricole très réduit. L'apport de la télédétection spatiale est ici encore de rendre possible une cartographie opérationnelle et à grande échelle de l'humidité du sol, avec une haute résolution spatio-temporelle.

Les données radar sont utilisées depuis longtemps pour estimer et cartographier l'humidité de surface des sols nus (premiers 5-10 cm). Des modèles physiques, empiriques et semi-empiriques, permettent d'inverser le signal radar pour déterminer l'humidité à différentes échelles spatiales (sub-parcellaire, parcellaire, et sur des grilles de quelques centaines de m<sup>2</sup> à quelques km<sup>2</sup>). Estimer l'humidité d'un sol couvert est plus récent et demande de coupler aux données radar des données optiques pour prendre en compte les caractéristiques de la végétation : *Leaf Area Index* – LAI – et *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI.

Pour cartographier l'humidité en présence de la végétation, la plupart des études utilisent le modèle semi-empirique « Water Cloud ». Dans ce modèle, la rétrodiffusion radar totale est modélisée comme la somme de la contribution de la végétation et de celle du sol, multipliée par un facteur d'atténuation (due à la présence de la végétation). La contribution de la végétation est exprimée en fonction d'un paramètre caractéristique de la végétation (LAI, NDVI ou le contenu en eau de la végétation). Pour sa part, la contribution du sol, qui dépend de l'humidité et de la rugosité du sol en plus des paramètres instrumentaux, en particulier l'angle d'incidence, la longueur d'onde radar et la polarisa-

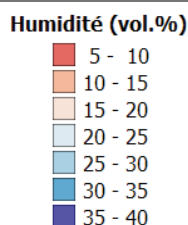
tion, est modélisée en utilisant un modèle de rétrodiffusion radar physique (IEM par exemple) ou un modèle semi-empirique.

### Occitanie, PACA, plaine de la Békaa... du modèle aux cartes

Le centre d'expertise scientifique (CES) Theia « Humidité du sol à très haute résolution spatiale » propose des cartes d'humidité du sol à forte répétitivité temporelle (une carte tous les 6 jours) à l'échelle sub-parcellaire sur de nombreux sites en France (aujourd'hui sur les régions Occitanie et PACA) et à l'étranger (aujourd'hui sur la plaine de la Békaa, Liban). Le développement algorithmique et la production des cartes d'humidité, menés en étroite collaboration avec Mehrez Zribi du Cesbio, ont été effectués grâce au soutien de l'Irstea (UMR Tetis) et du Cnes (Projet Tosca). Les données utilisées sont issues des séries d'images Copernicus radar Sentinel-1 et optique Sentinel-2. L'algorithme d'inversion du signal radar utilise les réseaux de neurones. Il est appliqué sur les parcelles agricoles extraites des cartes d'occupation des sols élaborées par le CES Occupation des sols de Theia animé par Jordi Inglada. Le produit final est proposé à une échelle intra-parcellaire (à partir de 0,2 hectares). Grâce à une grande campagne de terrain près de la ville de Montpellier (près de 500 mesures in situ), l'estimation de l'humidité des sols sur ces cartes atteint une précision de l'ordre de 6 vol.% ■

Nicolas BAGHDADI (Irstea, Tetis – CES Humidité du sol à très haute résolution spatiale)

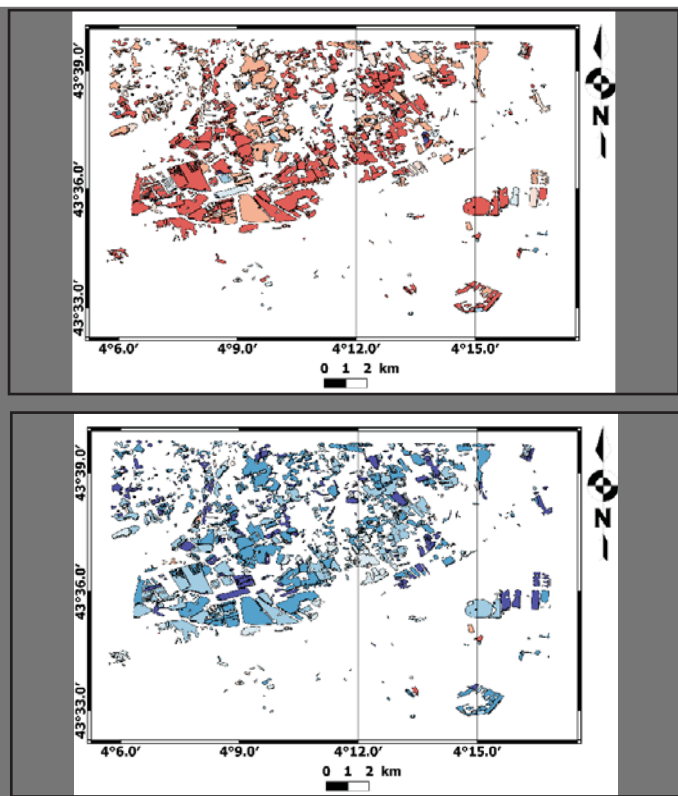
### Cartes d'humidité à une échelle intra-parcellaire (zones d'homogènes de 0,2 hectares et plus) obtenues à partir de données Sentinel-1/2.



Les deux cartes d'humidité des sols ci-contre correspondent à deux images radar du 19 et du 26 janvier 2017 sur une petite zone de la région Occitanie.

La carte du 19 janvier 2017 (en haut) montre que le sol du site d'étude est sec avec des valeurs d'humidité entre 5 et 15 vol.%.

La carte du 26 janvier 2017 (en bas) montre, quant à elle, des sols humides avec valeurs entre 25 et 35 vol.%.

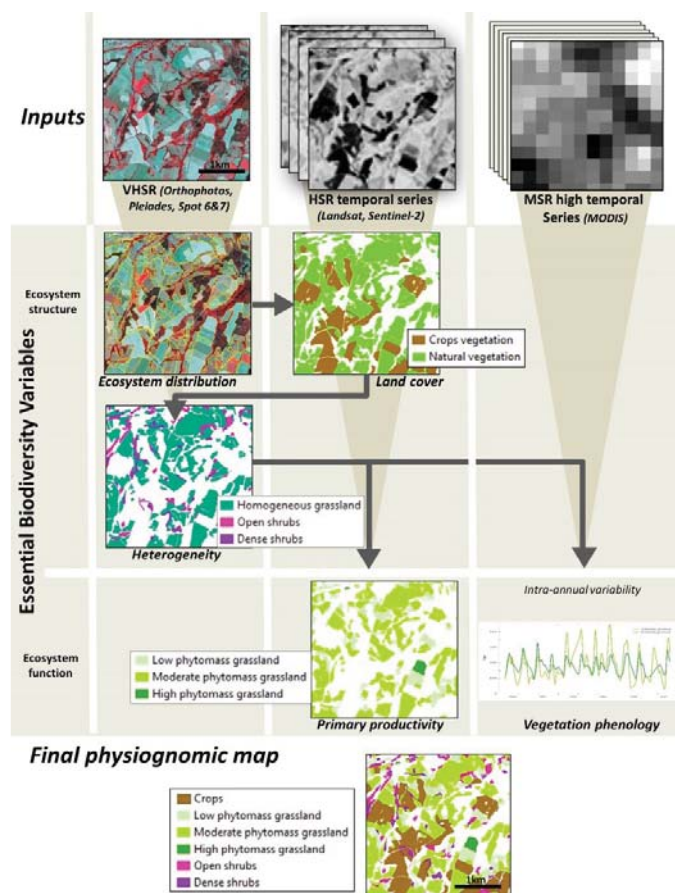


Les données et produits des CES Occupation des sols et Humidité des sols sont disponibles sur le site de Theia [www.theia-land.fr/f](http://www.theia-land.fr/f)

## Renseigner des variables essentielles pour la biodiversité par la télédétection

La biodiversité mondiale traverse actuellement une crise majeure qui entraîne la dégradation des écosystèmes, de leurs fonctions et donc des services qu'ils rendent à l'humanité. Sa préservation est ainsi devenu un défi central pour le développement durable à l'échelle nationale, européenne (Natura 2000 et directive Habitat) et internationale (Convention sur la Diversité Biologique, 2011-2020).

La disponibilité croissante d'images satellitaires en accès libre comme les nouveaux modes d'analyse des données peuvent contribuer à atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité en renforçant les processus de suivi à diverses échelles spatiales et temporelles. L'accès libre et gratuit aux données a ainsi un impact direct sur notre capacité à mesurer l'impact des pressions anthropiques, offrant de nouvelles opportunités à prédire les conséquences des changements à différentes échelles et à rendre les mesures d'atténuation plus efficaces.



Dans leur contribution au numéro spécial de MEE, Alleaume et al. montrent l'intérêt de tirer parti de multiples sources de données de RS offrant des résolutions spatiales complémentaires et de revisiter les capacités pour se concentrer sur cinq VEB candidates relevées dans des écosystèmes ouverts naturels et semi-naturels (c'est-à-dire excluant les forêts fermées, les zones urbaines et agricoles).

Il s'agit d'une méthode générique pour dériver des indicateurs basés sur : i) la distribution des écosystèmes, ii) la couverture terrestre, iii) l'hétérogénéité, iv) la productivité primaire et v) la phénologie végétale.

Alleaume S., Dusseux, P., Thierion, V., Commagnac, L., Laventure, S., Lang, M., Féret, J.B., Hubert-Moy, L., Luque, S. (2018) "A generic remote sensing approach to derive operational Essential Biodiversity Variables (EBVs) for conservation planning", *MEE*, 9(8) : 1822-1836 DOI 10.1111/2041-210X.13033

Un numéro spécial de *Methods in Ecology and Evolution* (MEE) en août 2018 a réuni un ensemble d'articles donnant des exemples concrets et opérationnels de méthodologies utilisant les satellites pour une gestion efficace :

Luque, S., Pettorelli, N., Vihervaara, P., Wegmann, M. 2018. « Improving biodiversity monitoring using satellite remote sensing to provide solutions towards the 2020 conservation targets ». *MEE* 9(8): 1784-1786 DOI: 10.1111/2041-210X.13057

### Les variables essentielles pour la biodiversité

Le concept de variables essentielles de la biodiversité (VEB, ou EBV en anglais) veut aider à structurer le suivi de la biodiversité à l'échelle mondiale, ainsi qu'à harmoniser et normaliser les données sur la biodiversité provenant de sources hétérogènes, afin de saisir un nombre minimal de variables critiques pour étudier, rapporter et gérer les changements de la biodiversité.

Les observations de télédétection multitemporelle (RS) sont particulièrement pertinentes pour quantifier automatiquement la perte, la dégradation et la fragmentation des habitats. Elles permettent également d'optimiser la collecte de données sur le terrain en se concentrant sur les sites représentatifs, avec des rapports coût-efficacité nettement améliorés. Dix variables candidates dérivées de la télédétection spatiale ont récemment été identifiées et désignées sous le terme de VEB télédétections ou VEB accessibles par télédétection (RS-EBVs) (Skidmore et al., 2015, Pettorelli et al., 2016a;).

Pettorelli, N., Wegmann, M., Skidmore, A., et al. (2016) « Framing the concept of Satellite Remote Sensing Essential Biodiversity variables: challenges and future directions. » *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 3(2): 122-131

Skidmore, A.K., Pettorelli, N., Coops, N.C., et al. (2015) « Agree on biodiversity metrics to track from space. » *Nature* 523: 403-405.

Parmi les défis actuels à une meilleure contribution de la télédétection à la conservation de la biodiversité, renforcer les cadres de collaboration multiples entre scientifiques de la télédétection, biologistes de la conservation et écologues est nécessaire pour améliorer l'efficacité des méthodologies et des stratégies de conservation. ■

Samuel ALLEAUME  
& Sandra LUQUE (Irstea, Tetis)

Pour aller plus loin, le **CES Paysage**, qui sera lancé début 2019, veut identifier différents indicateurs, dont des paramètres de paysages à diverses échelles.

En offrant un suivi de la fragmentation du paysage ainsi que de l'altération des habitats naturels, ces indicateurs contribueront à la conservation de la biodiversité.

[www.theia-land.fr/fr/ces-paysage](http://www.theia-land.fr/fr/ces-paysage)

## « Faciliter l'accès aux données satellitaires, mais continuer à travailler sur les questions difficiles

**Vous êtes l'animateur du CES Réflectance de surface. Quand et comment vous vous êtes engagé dans Theia ?**

**Olivier Hagolle :** J'ai participé à Theia dès sa création, en 2008, quand le projet s'appelait encore Pôle Thématique Surfaces Continentales (PTSC). Nous sommes alors partis d'un double constat : les utilisateurs perdaient beaucoup de temps à prétraiter leurs données, et les problèmes rencontrés étaient toujours les mêmes : ortho-rectification, étalonnage, détection des nuages, correction des effets atmosphériques et directionnels. Ma spécialité étant le prétraitement et la correction atmosphérique, je voyais clairement l'intérêt et la possibilité d'un service mutualisé de préparation des données. Le résultat, ce sont les chaînes de prétraitement qui tournent aujourd'hui sur le centre MUSCATE de Theia, grâce à l'aide du Cnes.

Au Cesbio, nous avons insisté pour faire de Theia une structure de production opérationnelle de produits de qualité à partir des acquisitions systématiques de Sentinel-2 qui se profilaient à l'horizon. Nous pressentions déjà la révolution que les données Copernicus allaient apporter à notre domaine, et celle-ci se confirme tous les jours.

Cette vision s'est diffusée chez tous les fournisseurs de données, et les produits « prêts à l'emploi » – *Analysis Ready Data* (ARD) – sont en train de devenir une norme. Vu les moyens dont disposent des acteurs comme l'ESA, il y a un risque que la qualité de leurs produits rattrape celle des nôtres, si nous ne continuons pas à progresser de notre côté.

**Quelle est la plus belle réussite de Theia ? Quelles sont les difficultés rencontrées ?**

**Olivier Hagolle :** Avant Theia, notre réseau d'utilisateurs se composait d'une poignée de laboratoires. Tirant le meilleur de Copernicus, Theia a suscité une dynamique française en faveur de l'observation de la terre : des services publics et privés innovants sont nés ; les communautés scientifiques et les spécialistes de l'aménagement du territoire se sont rencontrés. Nos produits



Entretien avec Olivier HAGOLLE

Chercheur au Cesbio  
[www.cesbio.ups-tlse.fr/](http://www.cesbio.ups-tlse.fr/)

et animateur du  
CES Réflectance de surfaces  
[www.theia-land.fr/fr/ces-reflection-surface](http://www.theia-land.fr/fr/ces-reflection-surface)

aujourd'hui sont téléchargés par près de 1 500 utilisateurs, et seule la moitié d'entre eux est située en France.

Quotidiennement, je reçois deux à trois questions de la part d'utilisateurs. C'est très enrichissant, mais le temps nécessaire à l'accompagnement de la production – choisir les paramètres et les zones de traitement, répondre aux questions, faire la promotion des produits, rechercher les budgets pour poursuivre le travail – est pris sur mon temps de recherche. Il en va probablement de même chez les autres responsables de CES.

Ma passion est intacte et il ne s'agit pas de se plaindre, mais l'espoir et la motivation nés autour des CES et des ART risquent de retomber si les organismes fondateurs de Theia ne trouvent pas un moyen d'alimenter – par des postes, des budgets et des infrastructures de calcul – les efforts réalisés par quelques chercheurs dans les laboratoires. Et malheureusement, les budgets du Cnes consacrés à Theia, importants au

départ, s'érodent chaque année. Heureusement pour le CES Réflectance de surface, le CNRS/INSU a néanmoins créé un poste au Cesbio pour le support aux différents CES de Theia.

**Quel est le principal défi pour l'avenir ?**

**Olivier Hagolle :** Il y a quelques années, nous, les acteurs institutionnels du spatial et les laboratoires, étions presque les seuls à avoir un accès aisé aux données d'observation. Nous pouvions donc développer des produits très utiles et ne nécessitant que des efforts de recherche modérés. Il s'agissait avant tout de démontrer le potentiel de ces images et de réaliser de grandes premières (la carte d'occupation des sols de la France, dès 2015).

Le modèle libre et gratuit de Copernicus et la réussite de nos applications de démonstration ont favorisé l'apparition de nombreux acteurs privés, qui sont souvent plus efficaces et réactifs que nous pour le développement de produits simples nécessitant de gros moyens informatiques. Dans ce nouveau contexte, je pense que nous devons donc revenir aux fondamentaux : la recherche sur des questions difficiles, basée sur des modèles élaborés et une bonne validation sur le terrain.



## « Se placer comme médiateur entre la recherche et les utilisateurs pour contribuer à développer une véritable économie satellitaire régionale

### Comment êtes-vous devenu un des co-animateurs de l'ART Sud ?

**Philippe Rossello** : Le laboratoire EMMAH de l'Inra d'Avignon m'a soufflé l'idée de prendre en charge l'Animation régionale Theia (ART) pour la région. Pour Dominique Courault, vu le contexte régional, mon entreprise GeographR était en capacité de prendre la mesure des enjeux et de répondre aux besoins. J'étais déjà convaincu qu'il était essentiel de développer la télédétection dans notre région et ce rôle était un bon moyen d'assurer une veille permanente sur les produits satellitaires. Afficher GeographR contribuait aussi à renforcer la visibilité de mon bureau d'études, même si les retombées en termes contractuels sont encore très marginales. Mais l'enjeu principal se situe au niveau de l'accompagnement des acteurs régionaux pour surveiller l'environnement, évaluer les impacts du changement climatique, suivre l'évolution de l'occupation des sols... Les investissements consentis dans le domaine spatial doivent absolument être valorisés.

### Comment voyez-vous votre rôle de médiateur entre la recherche et les utilisateurs ?

**Philippe Rossello** : Cette médiation est indispensable pour renforcer le dialogue entre les chercheurs, les entreprises, les collectivités territoriales, les parcs nationaux et régionaux... L'utilisateur hésite avant de se rapprocher des scientifiques car le cloisonnement entre les communautés reste fort. L'ART doit encourager ces échanges.

Cela peut passer par le montage de projets communs qu'ils soient modestes ou ambitieux. En région Sud, nous essayons de réunir les différents acteurs régionaux publics et privés sans



Entretien avec  
Philippe ROSSELLO

Co-animateur de l'ART Sud  
[www.theia-land.fr/fr/art-sud](http://www.theia-land.fr/fr/art-sud)

et directeur de GeographR  
[www.geographr.fr](http://www.geographr.fr)

exclusion. Les utilisateurs sont curieux et volontaires, mais l'expression des besoins est très locale. Ils souhaitent que l'ART Sud intervienne sur leur territoire. Cette attente est malheureusement en inadéquation avec les moyens financiers des ART.

### Quelle est la plus belle réussite de l'ART Sud ?

**Philippe Rossello** : La formation technique de deux jours proposée à l'Université d'Avignon en 2017 a été un succès avec une cinquantaine de stagiaires. Nous ne nous attendions pas à un tel engouement. Un événement à la Maison de la météo et du climat des Orres a aussi permis de présenter le potentiel de la télédétection aux acteurs alpins. En montagne comme en plaine, la télédétection peut jouer un rôle précieux pour enrichir les connaissances et les bases de données.

Le colloque national dédié à la télédétection, programmé en mars 2019 à Aix-en-Provence, constituera une montée en puissance de nos actions. Cet événement, organisé par le CRIGE, en partenariat avec l'ART Sud, marque un virage dans l'animation régionale. Désormais, le CRIGE et GeographR coaniment l'ART Sud. Ce rapprochement est une excellente nouvelle pour développer l'économie et enrichir les connaissances à partir des produits satellitaires, du suivi de l'état de santé des lacs alpins à l'identification des espaces propices à l'installation des énergies renouvelables. GeographR, avec sa volonté de créer des passerelles entre le public et le privé, et le CRIGE, avec son riche réseau d'acteurs publics et locaux, sont très complémentaires. La dynamique doit être permanente pour éviter l'essoufflement et la démobilitation rapide des acteurs régionaux.



### Bulletin Theia

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

Conception - réalisation : I. Biagiotti (Theia)

Ont contribué à ce numéro : S. Alleaume - B. Allenbach - M. Assenbaum - N. Baghdadi - I. Braud - R. Cresson - J-C. Desconnets - J. Devers - J. Gaillardet - S. Gascoïn - M. Grizonnet - O. Hagolle - F. Hankard - F. Huynh - F. Janvier - M. Jappiot - B. Lubac - S. Luque - P. Maisongrande - P. Maurel - J. Michel - B. Nguyen Duy-Bardkji - V. Poughon - A. Puissant - P. Rossello - O. Rouchon - B. Roux - A. Sellé - Y. Tanguy - D. Youssefi

### Nous suivre

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