

CNES @ MAG



ESPACE • INNOVATION • SOCIÉTÉ

#83
Février 2020

AGRICULTURE

OBSERVER POUR OPTIMISER



• • • • •
cnes

CENTRE NATIONAL
D'ÉTUDES SPATIALES



SOMMAIRE



05 ÉDITORIAL

06 L'ESSENTIEL

Mise en œuvre de la PAC, gestion de l'irrigation, assurance prairie...
Tour d'horizon des multiples apports du spatial à l'agriculture

12
#COMMUNAUTÉ
Les followers du CNES s'expriment sur les enjeux de l'agriculture durable

13
GRAND ORAL
PDG de l'Inrae, Philippe Mauguin booste la recherche agronomique avec le CNES

16 EN IMAGES

Problèmes agricoles : réponses spatiales !

18 EN CHIFFRES

Espace et agriculture : les données clés

19
LE CNES EN ACTIONS
Observer pour mieux cultiver

27 MATIÈRE

Trishna à la rescousse des cultures

28
INSTANTS T
Sentinel-2, précieuse alliée de la végétation

30 RENCONTRES

- Sylvain Hypolite, responsable R&D de la coopérative Agro d'Oc
- Tidiane Ouattara, expert en sciences spatiales de la Commission de l'Union africaine
- Clément Baron, directeur des nouvelles technologies chez Agreenculture

33 ESPACE ÉTHIQUE

Des racines dans le ciel, par Jacques Arnould

34 EN VUE

Les événements et ouvrages à ne pas manquer

36 TRANSFERT

Quand pop-corn rime avec carbone

PARTENAIRES

Sont cités dans ce numéro : p. 7-9-34 Airbus Defence & Space ; p. 11-22-26 l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) ; p. 10 et 20 la NASA et l'ESA ; p. 11-14-16-18-23-24-25-30 le Centre d'études spatiales de la biosphère (Cesbio) ; p. 21 Météo-France ; p. 22 le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Institut de recherche pour le développement (IRD), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (Onera), le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) et l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech).

En couverture : © Getty Images



WWW.CNES.FR

Découvrez les contenus en ligne de ce nouveau numéro sur cnes.fr/cnesmag



CNESfrance



@CNES



CNES



LES COOPÉRATIONS SPATIALES AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

FRANCE, BELGIQUE ET SUÈDE

P. 20-21
Spot 1 à 5 (1986-2002)

EUROPE

P. 06
Smos (2009)

P. 10
Biomass (2022)

P. 28-29
Sentinel (2015)

JAPON

P. 09
Alos (2006 et 2014)

ÉTATS-UNIS

P. 20
Landsat (1972)

P. 09
NOAA AVHRR (1997)

FRANCE, INDE

P. 27
Trishna (2025)

FRANCE, ISRAËL

P. 25
VEN μ S (2017)



CONTRIBUTEURS



PHILIPPE MAISONGRANDE

Après trente ans de recherche au Cesium puis au Legos, Philippe Maisongrande s'est spécialisé dans l'observation spatiale des surfaces continentales à la direction de l'Innovation, des applications et de la science du CNES. En ce qui concerne le domaine agricole, il a notamment coordonné l'élaboration de l'accord-cadre CNES-Inrae. Responsable programmatique de missions spatiales comme Venüs, Smos ou encore Biomass, il nous a éclairés sur l'apport de l'espace dans l'agriculture et sur la place historique occupée par le CNES.



GÉRARD DEDIEU

Diplômé en sciences physiques, astronomie et techniques spatiales, cet ingénieur du CNES a été détaché dans beaucoup de laboratoires de l'agence, et particulièrement au Cesium. Responsable scientifique de la mission franco-israélienne Venüs, il travaille cette fois avec l'Inde sur le projet Trishna. Aux côtés des coopératives, il continue à informer les agriculteurs de l'existence de toutes ces données spatiales en accès libre. Avec sa double casquette, il nous a aidés à mesurer l'importance de la télédétection pour l'agriculture.



ÉRIC CESCHIA

Directeur de recherches Inrae au Cesium, Éric Ceschia travaille depuis 2003 sur l'évaluation des leviers d'atténuation du changement climatique en agriculture. Ses travaux s'appuient sur des combinaisons de données *in situ*, de modèles agro-météorologiques et de données de télédétection. Il anime également les travaux de recherche au sein de l'axe agroécosystème du Cesium. Impliqué dans la rédaction de l'accord-cadre CNES-Inrae, il a levé le voile sur plusieurs projets en cours.



THIERRY CHAPUIS

Expert en applications spatiales à la direction de l'Innovation et des applications et de la science du CNES, Thierry Chapuis promeut l'utilisation des données spatiales dans le domaine agricole. L'émergence d'une agriculture numérique ayant engendré un besoin important de données, son rôle est d'accompagner des acteurs de l'écosystème agricole dans la démarche. Il nous a révélé les nouvelles tendances de la robotique agricole et ouvert les portes des sociétés Naïo et Agreenculture.

CNES MAG

CNESmag, le magazine d'information du Centre national d'études spatiales, 2 place Maurice Quentin. 75039 Paris cedex 01. Adresse postale pour toute correspondance : 18 avenue Édouard Belin. 31401 Toulouse cedex 9. Tél. : +33 (0)5 61 27 40 68. Internet : <http://www.cnes.fr>. Cette revue est adhérente à Communication&Entreprises. Abonnement : <https://cnes.fr/reabonnement-cnesmag> **Directeur de la publication** : Jean-Yves Le Gall. **Directrice éditoriale** : Marie-Claude Salomé. **Rédactrice en chef** : Brigitte Alonzo-Thomas. **Secrétaire générale de la rédaction** : Céline Arnaud. **Rédaction** : Brigitte Alonzo-Thomas, Karol Barthélémy, Liliane Feuillerac. **Photothèque (recherche iconographique)** : Marie-Claire Fontebasso. **Responsable photo** : Loïc Octavia. **Crédits photo** : p. 4 L. Octavia - CNES/F. Maligne - E. Ceschia - CNES/E. Grimault ; p. 5 CNES/C. Peus, 2019 ; p. 6 SIA20/P. Parchet/Agence Solar ; p. 7 (haut) CNES - (droite) Getty Images ; p. 8 (gauche) John Deere CH - (bas) CNES/E. Grimault ; p. 9 CNES/ESA/NASA/JAXA ; p. 10 Getty Images ; p. 11 (haut) Getty Images (bas) CNES 2016/Distribution Airbus DS ; p. 13 et 15 CNES/O. Pascaud ; p. 16 Getty Images ; p. 17 Naïo Technologies - T. Tran ; p. 18-19 Getty Images ; p. 20 ESA/Copernicus Sentinel data ; p. 21 CNES/CESBIO - ISIS - LMI TREMA ; p. 22 CNES 2018/Distribution Airbus DS - CIRAD - UMR TETIS - S. Dupuy - R. Gaetano ; p. 24 CNES 2017/ Distribution Airbus DS ; p. 25 CNES/G. Le Bras ; p. 26 Getty Images ; p. 27 CNES ; p. 33 J. Arnould ; p. 34 CNES ; p. 36 Natais. **Illustrations** : François Foyard, Jean-Marc Pau, Robin Sarian (Idix). **Web master** : Sylvain Charrier, Mélanie Ramel. **Réseaux sociaux** : Mathilde de Vos. **Traduction** : Boyd Vincent. **Conception, conseil et réalisation** : Citizen Press - Camille Aulas, David Corvaisier, Mathilde Gayet, Alexandra Roy. **Impression** : Ménard. ISSN 1283-9817. **Ont participé à ce numéro** : Gwendoline Blanchet, Eric Brel, Eric Ceschia, Elsa Champion, Philippe Collot, Hélène de Boissezon, Gérard Dedieu, Jean-Marc Delvit, Emeline Deseez, Sylvie Durrieu, Fabienne Grazzini, Olivier Hagolle, Anne Jacquin, Anne-Marie Jollet, Anne-Marie Joliet, Marie-Pierre Joseph-Alberton, Juliette Lambin, Thuy Letoan, Philippe Maisongrande, Pierre Maurel, Laurence Monnoyer-Smith, Olivier Merlin, Laurent Polidori, Emmanuel de la Roche, Antoine Roumigué, Arnaud Selle, Anne Serfass-Denis, Gaetan Séverac, Vincent Simonneau, Linda Tomasini.



ÉDITORIAL



Le grain, le sillon et l'orbite

La croissance de la population mondiale, le changement climatique et les enjeux environnementaux, sont autant de défis auxquels sont confrontés les acteurs du monde agricole. L'urgence impose des changements de modèle, auxquels les technologies, les données et les services liés au spatial, fournissent des solutions efficaces et durables. Les systèmes spatiaux et leurs services globaux d'observation et de géolocalisation jouent en effet une part significative dans le développement d'une nouvelle agriculture. Les données d'observation saisies depuis l'orbite dans toutes les longueurs d'ondes, permettent le suivi en temps réel et partout dans le monde, de l'état du parcellaire agricole, des pâturages, des ressources hydriques et permettent l'estimation des récoltes et des rendements. L'outil spatial facilite également la maîtrise de l'impact de l'agriculture sur l'environnement, en accompagnant une gestion raisonnée des intrants, engrais, produits phytosanitaires, eau, tout en minimisant l'énergie utilisée. Ceci est rendu possible par le développement de la robotique agricole qui utilise le système de géolocalisation européen Galileo, pour un positionnement très précis, de l'ordre de quelques centimètres. Le partenariat que le CNES et l'INRAE ont noué et qui sera présenté au prochain Salon de l'agriculture, s'inscrit dans cette dynamique. Outil de soutien d'un grand nombre de politiques publiques comme le climat, l'environnement, la sécurité, les transports, l'agriculture ou encore la fracture numérique, le spatial et ses avancées technologiques constituent un formidable atout pour l'avènement d'une agriculture au rendez-vous des défis démographiques, sanitaires, environnementaux et climatiques du 21^{ème} siècle.

JEAN-YVES LE GALL

PRÉSIDENT DU CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

SALON INTERNATIONAL DE L'AGRI CULTURE

CNES-INRAE

Une union renforcée

Au Salon de l'agriculture, le CNES sera présent aux côtés de l'Inrae¹ pour la première fois. Le lien entre les deux organismes a été renforcé le 22 juillet 2019 par la signature d'une convention cadre officialisant leur collaboration. Car oui, agriculture et espace sont en partie liés. Les deux organismes ont bien la recherche pour cœur de métier et partagent la même approche scientifique au service de l'agroécologie. Ils se rejoignent aussi dans l'innovation et dans des missions qui font progresser connaissance, science et technologie : Smos (micro-ondes), Végétation sur Spot et Venüs (optique), et demain Trishna (infrarouge). En renforçant leurs liens, ils tracent de nouveaux sillons pour soutenir une agriculture poussée par la technologie et l'urgence climatique. Aujourd'hui, les priorités s'appellent gestion de l'eau, gestion durable des agroécosystèmes, biodiversité, paysages, trame verte et bleue et agriculture numérique.

1. Depuis le 1^{er} janvier 2020, l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) et l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) ont fusionné pour devenir l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae).



L'ESSENTIEL



AGRICULTURE DE QUOI PARLE-T-ON ?

Difficile à border, l'agriculture se définit avant tout comme « l'ensemble des activités développées par l'homme pour obtenir les produits végétaux et animaux qui lui sont utiles ». Outre l'alimentaire, l'humain en tire également des produits nécessaires à sa vie : bois, textile, énergie, etc. Cette diversité, la télédétection la révèle. Elle est la seule à offrir, sur de grandes surfaces, des mesures fréquentes, détaillées et cohérentes. En Bretagne comme au Vietnam, le satellite va livrer des indicateurs de taille de parcelles, de sol, d'évolution saisonnière et de long terme. Il va également révéler la consommation de terre agricole par le bâti ou l'impact des hommes sur la nature et le climat (comme la déforestation en Amazonie ou l'abandon des prairies dans les Pyrénées). Combinées ou non avec d'autres sources d'information, les données satellitaires sont des outils de suivi des zones cultivées. Associées à des modèles numériques et des données météo, elles renseignent une large communauté d'acteurs (pouvoirs publics, chercheurs, exploitants agricoles) sur l'état et le fonctionnement des parcelles : rendements, humidité du sol, bilans carbone... Le tout, actualisé quotidiennement ou hebdomadairement.



Cultures irriguées observées par le satellite Venüs, à Phoenix (Arizona, États-Unis).

AGRICULTURE NUMÉRIQUE LA RÉVOLUTION VERTE CREUSE SON SILLON

L'agriculture numérique est déjà dans les champs. Fertilisée à l'aide de la télédétection, elle donne à l'exploitant les clés de sa propre réussite en recourant aux technologies de l'information et de la communication (TIC). En associant données satellitaires et systèmes d'information géographique (SIG), plusieurs couches d'informations se superposent. La modélisation croisée avec l'expertise agronomique fait alors émerger des recommandations essentielles : modulation intra-parcellaire des apports d'azote, densité de semis, etc. Avec Farmstar (cf. p. 34), Airbus Defence & Space a été le premier à « traduire » ces données en préconisations pour les agriculteurs. Depuis, des bureaux d'études et des coopératives fournissent aux agriculteurs des logiciels d'aide à la décision, accessibles depuis leur smartphone. Avec ses données en accès libre, le programme européen Copernicus est une aubaine pour l'agriculture numérique.



24 %

L'agriculture numérique est considérée comme un axe central de la troisième révolution verte. En Europe, il reste malgré tout du chemin à parcourir : moins de 24 % des agriculteurs utilisent les technologies numériques agricoles.



L'ESSENTIEL



AGRICULTURE DE PRÉCISION CE QU'IL FAUT, OÙ IL FAUT, QUAND IL FAUT

Décriés pour l'utilisation abusive d'engrais et de pesticides, les exploitants agricoles ont trouvé avec l'agriculture de précision un antidote. Ils n'appliquent plus leurs traitements de manière uniforme mais peuvent « moduler » très finement les apports d'intrants au cas par cas, en accord avec leurs objectifs de performance et l'état réel de leurs cultures. Superposées à la cartographie de la parcelle, les images satellitaires fournissent en effet des informations sur l'indice foliaire, la teneur en chlorophylle, l'humidité du sol, etc. Ces informations peuvent être combinées à des données acquises par les machines agricoles équipées de GPS pour définir l'état sanitaire des cultures. Pour des équipements adaptés, la modulation peut même être automatisée. Première étape vers la transition agro-écologique, l'agriculture de précision propose donc une gestion plus pertinente et plus efficace.

IOT DU LICOL À LA BORNE MÉTÉO

Fils d'agriculteurs, Sébastien Luissaint a retenu de son enfance en Guadeloupe la difficulté du métier. Avec Myditek, créée en 2016, il développe des solutions innovantes pour faciliter le quotidien des exploitants. Sa première application, un panel d'activités connecté, était destinée au suivi à distance des troupeaux de bovins ou de cabris. Via son smartphone, l'éleveur pouvait détecter des anomalies (sorties de zone de pâture, immobilité prolongée, etc.) et surveiller l'état sanitaire du cheptel. Deuxième innovation : la borne météo connectée, qui remonte diverses informations comme la pression atmosphérique, la température ou l'humidité. Sébastien Luissaint ne compte pas s'arrêter là ; en vue de concevoir des outils connectés pour mieux respecter la terre et l'environnement, Myditek utilise les données spatiales. Le CNES lui a apporté son soutien au travers du programme d'accompagnement Connect by CNES. Intégré à l'accélérateur Outremer Network à Station F, le plus grand incubateur de start-up d'Europe, Myditek accélère aujourd'hui la commercialisation de ses bornes météo grâce à des marchés ouverts en zone tropicale (Togo). De bonnes perspectives de développement s'ouvrent également en Guyane, à Mayotte et à La Réunion.





L'ESSENTIEL

L'ASSURANCE PRAIRIE UNE RÉPLIQUE AUX ALÉAS CLIMATIQUES

Face aux aléas climatiques, comment évaluer la perte de production herbagère et son impact sur les agriculteurs afin de les indemniser ? Depuis quatre ans, les assureurs s'appuient sur l'observation spatiale, bien plus fiable que l'expertise humaine. L'assureur agricole Pacifica a notamment fait appel à Airbus Defence & Space. En s'appuyant sur les images Modis disponibles depuis 2001, l'industriel a élaboré un indicateur de référence : l'indice de production des prairies (IPP), validé en 2015 par un comité d'experts scientifiques sous la tutelle du ministère de l'Agriculture. Alimenté par des images journalières, l'indice permet d'évaluer chaque année, au 31 octobre, les variations de production des prairies par rapport à une valeur de référence¹. L'éleveur ayant souscrit un contrat d'« assurance prairies » peut consulter en ligne le taux de perte mesuré sur sa commune. S'il y a lieu, la procédure d'indemnisation est automatiquement enclenchée sans expertise supplémentaire de la part de l'assureur. L'exploitation des images de Sentinel-3 pérenniser ce service opérationnel.

1. La valeur de référence correspond à la moyenne de production des cinq dernières années à l'échelle de chacune des 36100 communes françaises.

30 %

Dans les prochaines années, 30 % des agriculteurs actuellement en activité seront à la retraite. Ce constat va renforcer le développement d'une « agriculture connectée » déjà bien implantée dans les exploitations de taille respectable.

9 MILLIARDS D'EUROS

Ce sont les fonds de la politique agricole commune (PAC) reçus chaque année par la France. Ces aides sont coordonnées et distribuées par l'Agence de services et de paiement. Chaque année, ses équipes effectuent plus de 50 000 contrôles, toutes aides et toutes régions confondues.

51 MILLIARDS DE TONNES

Mieux gérer les sols et en particulier les prairies optimiserait le stockage du carbone. La réhabilitation des terres agricoles dégradées pourrait éliminer jusqu'à 51 milliards de tonnes de carbone de l'atmosphère.

DES SATELLITES AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

1972



LANDSAT
Premier programme d'observation civil de la surface de la Terre avec une résolution de 80 m.
(1984 : Landsat 4, résolution 30 m)

1986-2002



SPOT 1 À 5
Satellites de télédétection utilisés dans le cadre de la PAC. L'instrument Végétation délivre des données de prévisions de récolte.

1997



NOAA AVHRR
Satellite météorologique, il suit l'agriculture mondiale et les crises de production avec une résolution de 1 km.

2006 ET 2014



ALOS PUIS ALOS 2
Satellites dédiés à la surveillance de la forêt.

2009



SMOS
Radiomètre micro-ondes passif, il estime l'humidité des sols pour la météorologie et le suivi de cultures.

2015



SENTINEL
Composante spatiale de Copernicus, elle fournit des images gratuites d'une résolution de 10 m.

2017



VENUS
Il prépare la prochaine génération de Sentinel optique.

IRRIGATION

EAU DOUCE SOUS CONTRÔLE

Dans les pays arides ou semi-arides du bassin méditerranéen, 85 à 90 % de l'eau douce est consacrée à l'irrigation des cultures (céréales, vergers, etc.). L'arrosage est donc surveillé à la goutte près. Quand irriguer ? Dans quelle proportion ? L'application Sat-irr a été élaborée pour aider l'exploitant à ajuster l'irrigation au plus près des besoins des plantes. À partir des données satellitaires et météo, Sat-irr calcule le bilan hydrique et fournit des recommandations d'irrigation à l'échelle de la parcelle, en lien direct avec son usage : espèce cultivée, nature du sol, conditions



météo, etc. L'utilisateur dispose de ces informations personnalisées via Internet et peut les modifier ou les affiner à tout moment. À plus grande échelle, le bilan hydrique des cultures irriguées dans ces régions déficitaires est observé

grâce à une deuxième application, Samir. Toujours adossée aux données spatiales, Samir s'adresse plus particulièrement aux gestionnaires des réseaux d'irrigation ou de bassins-versants.

FORÊT

LUTTER CONTRE TOUTES LES MENACES

Après le Brésil en 2019, les images des récents incendies en Australie sur d'immenses territoires recouverts d'Eucalyptus ont démontré la pertinence des outils spatiaux. En France, en 2009, celles de la tempête Klaus ont permis d'élaborer un état des lieux exhaustif de son passage dans les Landes. Mais au-delà des catastrophes, la télédétection propose une offre multi-usages au service de la gestion forestière. En 2016, le satellite japonais Alos a entièrement été consacré à la surveillance des forêts ;

un système d'alerte précoce basé sur ses données a même été développé pour les forêts tropicales. Spécialisé dans les mesures d'humidité des sols, le satellite européen Smos peut, lui aussi, calculer épaisseur, hauteur et hétérogénéité d'un couvert forestier. Embarqué à bord de l'ISS¹ en décembre 2019, le prometteur système lidar Gedi (NASA) délivrera prochainement des mesures à haute résolution. Il va chercher à améliorer la capacité de caractérisation du cycle du carbone, de la biodiversité et des habitats

forestiers. Enfin, en 2022, Biomass (ESA) réalisera un suivi à 200 m des biomasses forestières tropicales sur l'ensemble du globe. Les images haute résolution actualisées et régulières (Spot 6/7, Sentinel, Landsat) contribuent à leur estimation, à la cartographie des essences et renseignent sur l'évolution des couverts forestiers. Complémentaire aux mesures de terrain, la télédétection est indispensable à la gestion durable de la forêt et à l'évaluation de ses stocks de carbone à l'échelle mondiale.

1. Station spatiale internationale.



L'ESSENTIEL

PAC

LE SATELLITE ASSISTE LES EXPLOITANTS

Avec sa sixième réforme prévue pour 2022, la politique agricole commune (PAC) va changer de paradigme. Sans surprise, la nouvelle version devrait renforcer l'ancrage sur des critères environnementaux (bio, stockage du carbone, certification environnementale, etc.). L'Agence de services et de paiement (ASP), chargée en France du versement des aides directes aux exploitants, doit aussi en confirmer, via le satellite, le bon usage. Aux vérifications sur site, elle va substituer le suivi continu des parcelles par satellite, qu'elle expérimente aujourd'hui avec l'aide de l'IGN¹. De nouvelles méthodes logicielles sont à l'étude dans le cadre du projet européen Niva, qui regroupe les agences de paiement, les organismes de recherche et des entreprises informatiques de 10 pays. Elles ont en partie été développées sur la base de travaux réalisés au Cesbio². La Commission européenne, qui voit là un moyen d'optimiser la gestion financière et la performance environnementale et d'améliorer la PAC, valide ce principe de vérification continue par analyse satellitaire. Ce suivi automatisé a aussi vocation à décharger les exploitants des contraintes administratives et à améliorer la gestion technique de l'exploitation.

1. Institut national de l'information géographique et forestière.

2. Centre d'études spatiales de la biosphère, sous tutelle du CNES et de l'Inrae.



Parcelles de la commune d'Andouillé (Pays de la Loire, France) prises par le satellite Pléiades.



LEADBEES

LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DES ABEILLES

○fficiellement déclarées « en voie de disparition » en 2017, les abeilles font l'objet d'une attention particulière de la part des apiculteurs, qui surveillent à la fois la santé de leurs colonies et leur potentiel de production. À Tahiti, Kevin Besson, jeune apiculteur, a fait appel aux solutions spatiales. Fêru d'informatique, il a placé des capteurs au contact des colonies. Ces derniers relèvent l'humidité, la température et même la production à distance. Envoyées sur une plateforme numérique (Leadbees), ces données sont restituées en temps réel à l'éleveur, qui peut intervenir rapidement en cas d'alerte (contre le varroa par exemple qui les parasite). Cette gestion connectée et responsable des ruches a mené Kevin Besson bien loin de Tahiti : son initiative lui a valu l'accompagnement du programme Connect by CNES. À Paris, il a intégré l'accélérateur Outremer Network à Station F. Au-delà des 500 apiculteurs tahitiens, Leadbees lui ouvre déjà les portes du marché national.



#COMMUNAUTÉ

Tous les jours, sur les réseaux sociaux, le CNES discute avec vous. Vous nous faites part de vos réflexions ou questions. Rejoignez la conversation!;)



@PAULINE_JOUZIER

Ingénieure en Technologies Numériques pour l'Agriculture à @agrorbordeaux et Chargée de mission pour la @ChaireAgroTIC



Le @CNES et l'@Inra_France signent une convention qui renforce leur coopération, pour adapter l'#agriculture au changement climatique
#AgTech #AgriTech #satellite



@AMBETHIOFR

The official page of The Embassy of Federal Democratic Republic of Ethiopia for France, Spain, Portugal and Vatican.



Première démarche de ce genre en Afrique : l'Éthiopie va finaliser une étude portant sur 5 années d'observation satellitaire de l'évolution des sols fertiles. #Ethiopie #agriculture #satellite



@EURACTIV_FR

Actualités & débats européens



Le secteur agricole mise sur l'exploitation des données spatiales



@MIN_AGRICULTURE

Compte officiel du ministère de l'#Agriculture et de l'#Alimentation.



⚡ #AgriLab L'imagerie #satellite au service de l'#agriculture du futur via @EchosExecutives





GRAND ORAL

PHILIPPE MAUGUIN

PDG DE L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE
POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET
L'ENVIRONNEMENT (INRAE), Philippe Mauguin
resserre les liens avec le spatial. Son objectif :
booster la recherche agronomique
et bâtir l'agriculture de demain.



GRAND ORAL

QUELLE EST L'HISTOIRE COMMUNE DU CNES ET DE L'INRAE ?

Philippe Mauguin : Grâce à eux, la France possède un double atout mondial : la troisième puissance spatiale et la deuxième puissance scientifique en recherche agronomique.

Nos équipes coopèrent depuis longtemps pour développer des missions spatiales comme Spot, Smos, Venüs, ou actuellement Trishna. Également partenaires dans des infrastructures de recherche et des pôles de données comme Theia, cette coopération porte sur des sujets très pointus tels que l'évaporation des cultures ou la caractérisation des propriétés du sol.

QUELS GRANDS DÉFIS DOIT RELEVÉ L'AGRICULTURE MONDIALE ?

P.M. : Le challenge est gigantesque. Il faut à la fois faire face à la transition climatique, au défi alimentaire, à l'érosion de la biodiversité (dont les pollinisateurs, indispensables à l'agriculture), ainsi qu'à la diminution des ressources en eau. Dans les années 2020 à 2050, le contexte de production agricole va être de plus en plus tendu alors même que le défi démographique sera posé. Les politiques agricoles doivent aujourd'hui évoluer sur l'ensemble du globe pour assurer une transition multiple : vers des systèmes agro-écologiques mobilisant davantage les ressources naturelles et moins les intrants chimiques, vers des systèmes alimentaires

rééquilibrant protéines animales et végétales, vers une réduction du gaspillage agricole et alimentaire.

QUEL EST L'APPORT DE LA RECHERCHE POUR RÉPONDRE À DE TELS ENJEUX ET DU SPATIAL ?

P.M. : Notre problématique consiste à définir comment contribuer à l'alimentation de la planète, dans des conditions saines et durables pour les populations et avec un impact moindre sur les écosystèmes. Des recherches en biotechnologie et génie génétique visent, par exemple, à rendre les plantes plus résistantes aux bio-agresseurs. Mais nous ne pourrions trouver de solutions durables sans avoir bien compris les enjeux et les mutations à venir. Au 1^{er} janvier 2020, l'Inra a fusionné avec l'Irstea, spécialisé en technologies pour l'environnement et l'agriculture, pour devenir l'Inrae, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Par la complémentarité des disciplines, cet établissement renforcera nos connaissances pour apporter des réponses aux acteurs de toute la chaîne alimentaire. Crucial, l'outil spatial nous prodigue déjà des observations satellitaires permanentes et indispensables pour suivre les

« **NOUS NE POURRONS TROUVER DE SOLUTIONS DURABLES SANS AVOIR BIEN COMPRIS LES ENJEUX ET LES MUTATIONS A VENIR. »**

différentes évolutions et pouvoir se projeter. Dans cette optique, l'Inrae a décidé de renforcer sa présence au Cesbio, dont le CNES est tutelle, pour appuyer les recherches sur l'utilisation des techniques spatiales appliquées à l'agroécologie.

SUR QUOI PORTE LA CONVENTION CNES-INRAE SIGNÉE EN JUILLET 2019 ?

P.M. : Nous sommes conscients de l'importance stratégique de la recherche spatiale comme outil de connaissance des changements environnementaux. Ainsi, nous avons souhaité, avec Jean-Yves Le Gall, élargir les domaines de notre coopération pour traiter l'ensemble des grands enjeux, dans un objectif de développement durable. De fait, cet accord vise certains axes de travail prioritaires pour les chercheurs, les agriculteurs et les autorités publiques, à l'échelle de la France, de l'Europe, du monde. D'abord les sols, cette fine couche de la planète que l'on cultive et dont la capacité de séquestration du carbone peut être un outil majeur dans la lutte contre le changement climatique. Or ceux-ci souffrent de désertification, d'urbanisation, de pollution... Travaillant à favoriser leur régénération, l'outil spatial nous permet de suivre toujours plus précisément leur fonctionnement et leur état de santé. Ensuite, les eaux continentales, un élément clé pour la vie et l'agriculture – qui consomme 75 % des ressources d'eau douce. Grâce au suivi satellite de l'état des réserves



GRAND ORAL



PHILIPPE MAUGUIN
PDG DE L'INRAE

« LE SPATIAL VA PROBABLEMENT S'IMPOSER COMME L'UNE DES TECHNOLOGIES CLÉS, AUX CÔTÉS DE L'AGRONOMIE ET DE L'ÉCOLOGIE. »

mondiales en temps réel, il devient possible d'élaborer des systèmes de gestion raisonnée de la ressource à l'échelle des territoires. Suivent les forêts, qui couvrent près d'un tiers des terres émergées avec un rôle écologique central. Les données satellite sont extrêmement précieuses pour connaître le plus finement possible l'évolution de leur fonctionnement, notamment la façon dont elles émettent et stockent les gaz à effet de serre. De plus, la transition agro-écologique implique de bien comprendre le fonctionnement des écosystèmes, à chaque échelle. Là encore, les données spatiales abondent pour caractériser des mosaïques paysagères très dynamiques.

Leur dégradation est directement liée à la crise majeure que subit la biodiversité. C'est pourquoi l'Inrae et le CNES travaillent à améliorer les processus de surveillance par imagerie satellite pour proposer des objectifs de conservation aux pouvoirs publics.

SELON VOUS, QUELS TYPES DE PRODUITS OPÉRATIONNELS MANQUE-T-IL AUJOURD'HUI ?

P. M. : La recherche a besoin d'un renforcement des satellites pour acquérir des éléments de connaissance et de caractérisation à toute échelle. Par ailleurs, près de 50 % des agriculteurs français sont équipés de GPS à usage professionnel et investissent dans de nouvelles technologies. On estime que le marché mondial de la robotique agricole, directement lié à l'utilisation des données satellite et drones, avoisinera 16 milliards d'euros en 2020. Dans un monde régi par le big data, un axe également fort de notre convention vise à renforcer les infrastructures numériques de données, notamment pour le traitement des données satellite à caractère géographique. Un autre enjeu du spatial consistera à simplifier la gestion des aides financières de la politique agricole commune (PAC), conditionnées par le type de cultures ou les pratiques agricoles, observables par satellite.

QUEL RÔLE JOUE LE SPATIAL DANS LA PROBLÉMATIQUE DE SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ?

P. M. : La sécurité alimentaire sera un enjeu critique pour l'avenir

de l'humanité sur notre planète entre 2050 et 2100. Il est aujourd'hui indispensable de faire évoluer les pratiques agricoles et de pouvoir suivre, grâce aux satellites, les conséquences de leur mise en œuvre. Dans un contexte de tensions multiples, avec de forts impacts sur l'ensemble de la société, nous devons comprendre les interactions entre le climat, la météo, les cultures, l'humidité des sols, l'évolution des zones de pâturage, des ressources en eau... Il est très difficile de mesurer tout cela autrement qu'avec le spatial, qui va probablement s'imposer comme l'une des technologies clés, aux côtés de l'agronomie et de l'écologie. Nous devons combiner ces approches et concevoir des solutions accessibles aux acteurs de terrain pour les accompagner dans ces transitions.

Profil

2020
PDG de l'Inrae

2016
PDG de l'Inra

2012
Directeur de cabinet du ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation

2002
Directeur de l'Institut national des appellations d'origine

1992
Conseiller d'Hubert Curien, alors ministre de la Recherche et de l'Espace



EN IMAGES



RIZICULTURE SOUS MONITORING SPATIAL

Le riz est une céréale majeure de l'alimentation humaine. Mais comment produire plus en utilisant moins d'eau et en dégageant moins de méthane ? 90 % du riz venant d'Asie, le Cesbio met en place au Vietnam un démonstrateur de réponses spatiales concrètes et transposables à d'autres lieux. Outre le suivi des cultures, les données satellite nourrissent les modèles pour simuler les rendements ou les émissions de méthane selon les pratiques. Et quand s'annonce un typhon sur les terres rizicoles, elles facilitent une alerte précoce pour récolter en urgence des parcelles à maturité.



EN IMAGES



LA VIE EN OZ

Sous serre ou en plein champ, Oz se fait le parfait compagnon du maraîcher qui, grâce à lui, optimise son temps et son dos. Conçu par Naïo Technologies, ce petit robot électrique sillonne tout seul les plants de saison, qu'il désherbe et nettoie. Quand il a fini, il envoie un SMS au cultivateur, libéré pour d'autres tâches. Bientôt, grâce à la navigation par satellite, il pourra semer et biner le sol sans attendre la sortie de terre puisqu'il aura mémorisé les points précis où il aura déposé les graines. Programmable et infatigable malgré les tâches ingrates, Oz apporte en sus une nouvelle attractivité au métier.



EN CHIFFRES

30 À 60 %

L'irrigation est souvent utilisée en complément de l'apport d'eau pluviale pour augmenter les rendements. On estime qu'avec les techniques standard, 30 à 60 % de l'eau d'arrosage s'évapore et ne profite pas aux cultures.

Living Lab

APPROCHE EN PLEIN DÉVELOPPEMENT À L'INRAE, LE LIVING LAB PLACE L'UTILISATEUR AU CŒUR DU PROCESSUS D'INNOVATION.

L'agriculteur et/ou l'utilisateur intermédiaire (coopérative) sont au centre du jeu ; les chercheurs apportent l'état de l'art des connaissances, des méthodes, et les entreprises leurs outils. Le Cesbio et la Scop E2L ont été pionniers dans l'adoption et la consolidation de cette démarche appliquée à la télédétection, à l'agriculture et au développement territorial.

11 GIGATONNES



Depuis 25 ans, la quantité de carbone stockée dans la biomasse forestière mondiale a diminué de près de 11 gigatonnes (Gt), principalement en raison d'une conversion des terres à d'autres affectations et de la dégradation forestière.

79%

C'EST LE POURCENTAGE D'AGRICULTEURS UTILISANT INTERNET.

C'est plus que la moyenne de la population française.

Une grande partie d'entre eux utilise les réseaux sociaux pour s'informer sur leur activité professionnelle.

Entre 2013 et 2015, le nombre d'applications professionnelles chargées sur Smartphone a

augmenté de 110 %. Neuf agriculteurs sur 10 font par exemple leur

démarche PAC en ligne.

720 000

En 2005, 180 000 hectares de cultures étaient pilotés en temps réel dans le cadre de

l'agriculture de précision. En 2019, ce chiffre atteignait 720 000 hectares. Au total, ce sont 16 000 agriculteurs qui l'utilisent.

Sources : Rapport ministère de l'Agriculture, Rapport FAO 2015, Memento inventaire forestier IGN.





LE CNES EN ACTIONS



OBSERVER

POUR MIEUX CULTIVER

NUMÉRIQUE, PRÉCISE, RAISONNÉE, LA NOUVELLE AGRICULTURE S'APPUIE SUR LES DONNÉES D'OBSERVATION DE LA TERRE. GRÂCE À DES PLATEFORMES ET SERVICES COMME THEIA ET À DES RÉSEAUX DE START-UP ET DE COOPÉRATIVES, LES DONNÉES SPATIALES SE MUENT EN VÉRITABLES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES AGRICULTEURS.



LE CNES EN ACTIONS

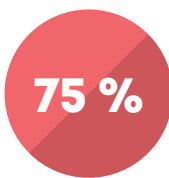


Occupation des sols dans la région de Séville (Espagne) détectée par le satellite Sentinel-2. Les champs agricoles en vert contrastent avec les zones arides.

Publiée dans les années 1960, la première image de la Terre vue de l'espace n'avait rien d'une cartographie à la parcelle. Simple photographie prise avec un recul inédit, elle ébauchait juste des paysages. Dans les années 1970-1980, Landsat puis la filière Spot ont apporté les premiers systèmes optiques civils. Leurs résolutions spatiales rendaient possible la cartographie de paysages et de leur composition. En revanche, la technologie ne permettait pas encore d'allier résolutions spatiale et temporelle.

LA CONVERGENCE DE DEUX MONDES

Le premier à y être parvenu a été l'instrument Végétation, développé par le CNES sur Spot



À l'échelle mondiale,
l'agriculture consomme 75 % de l'eau douce utilisée par l'activité humaine.

(1998). Premier système optique français, il portait l'observation opérationnelle quotidienne de l'ensemble des surfaces continentales à la résolution kilométrique. « Cette avancée de l'observation spatiale pour la végétation naturelle et agricole est un peu comparable à l'avènement du cinématographe après la photographie », remarque Philippe Maisongrande, responsable des programmes dédiés aux surfaces continentales et à l'hydrologie au CNES. Par la suite, Modis (NASA, résolution 250 m) puis Proba-V (ESA, résolution 100 m) ont renforcé la précision des observations. Leur convergence réelle a été actée dans les années 2010 avec Sentinel-2, du programme européen Copernicus, et Venüs (cf. encadré p. 26). Haute résolution, images multi-spectrales hebdo-

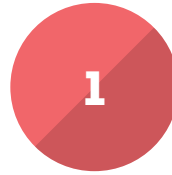


LE CNES EN ACTIONS

madaires, sans nuages et sur un même site, ces acquisitions permettent de cartographier l'occupation des sols et de suivre leur développement dans le temps. D'autres technologies spatiales, comme le radar, peuvent encore compléter ces séries. Les programmes Biomass et Trishna viendront notamment renseigner la biomasse aérienne des forêts et l'état de stress hydrique des cultures.

UNE NOUVELLE ÈRE

Au XXI^e siècle, dictons et doigt levé n'ont plus la cote pour semer, récolter, traiter ou moduler l'apport d'eau ou d'intrants. Le bulletin météo les a largement supplantés ! Ce bulletin s'appuie sur des conditions générales en temps réel d'humidité, de précipitations, de vent... Ces informations combinent modèles numériques et observations. Les prévisions de Météo-France sont à 90 % établies sur des données spatiales, et leur précision est due, en grande partie, à l'instrument spatial lasi. Ce spectromètre ultrasensible a été conçu par le CNES en 2006 et développé avec Eumetsat¹. Considéré comme le meilleur sondeur, lasi mesure plus de 25 composants atmosphériques. L'autre lien entre exploitant agricole et spatial, c'est le positionnement ! Domaine d'expertise du CNES, le système de navigation et de positionnement est un équipement de base. L'histoire retiendra que les agriculteurs ont été les premiers utilisateurs de GPS. Totalement opérationnel, le système européen Galileo n'a fait que renforcer la fiabilité des données : heure, guidage ou encore modulation d'intrants sont accessibles sur n'importe quel support nomade. Depuis des décennies, tracteurs et engins agricoles sont d'ailleurs livrés équipés de tablettes tactiles.



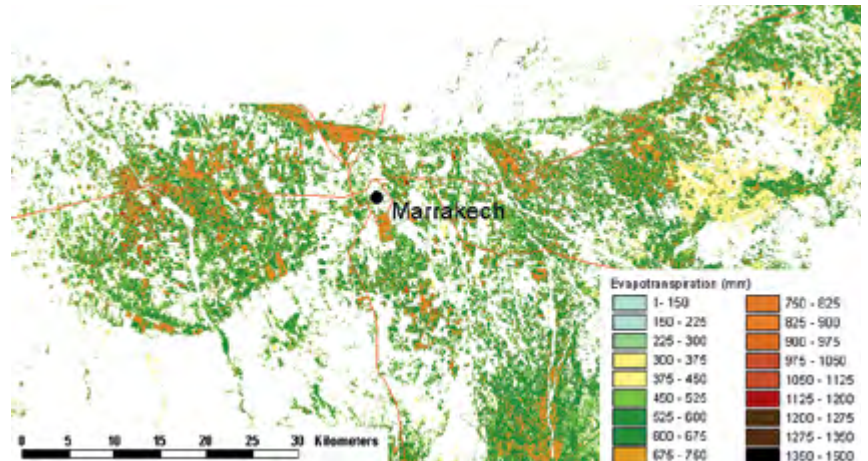
milliard

Mis en service en 2016, le système européen de positionnement Galileo a passé en septembre 2019 le cap du milliard d'utilisateurs, toutes activités confondues. Il est compatible avec pas moins de 156 modèles de smartphones.

EAU SOUS SURVEILLANCE

Comme toute activité économique, l'agriculture est pressée de produire plus mais dans le respect des ressources naturelles. L'eau est donc plus que jamais sous surveillance. Si elle n'influe pas sur les aléas climatiques et la sécheresse, la télédétection moderne donne néanmoins au secteur agricole des clés pour y faire face. Assimilées dans des modèles de culture comme Samir ou Sat-irr (cf. Essentiel p. 11), et combinée à des données *in situ*, les données spatiales rendent possible la rationalisation de l'irrigation dans une démarche de gestion de la ressource hydrique. Obtenir et faire connaître ce type de modélisations pilotées par différents indicateurs comme l'humidité et le type d'occupation du sol, l'indice foliaire et le stress hydrique des plantes, voilà le défi que relèvent aujourd'hui le pôle thématique Theia (cf. p. 22-23) et le programme aval de Swot (CNES-NASA), une autre mission qui, à partir de 2021, renseignera le niveau d'eau des réservoirs et des fleuves.

1. Organisation européenne d'exploitation des satellites météorologiques



Valeur de l'évapotranspiration dans la plaine du Haouz (Maroc) cumulée pendant la saison agricole d'hiver (décembre à mai, valeurs en millimètres). Les zones blanches et jaunes correspondent aux zones non irriguées dans lesquelles la végétation ne se développe pas ou très peu ; les zones en vert et orange, aux surfaces irriguées (principalement du blé, des oliviers ou des orangers).



LE CNES EN ACTIONS

THEIA

UN ACCÈS FACILITÉ AU POUVOIR DES DONNÉES

Les quantités massives de données d'observation de la Terre générées depuis des décennies n'alimentent pas que la recherche scientifique. Une fois traitées, elles sont de plus en plus mises à disposition d'utilisateurs dont le nombre comme le profil s'élargissent.

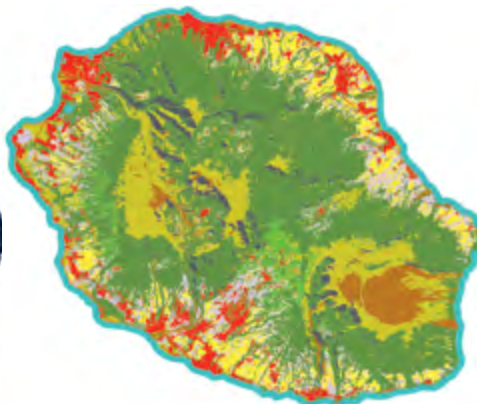
Disponibles, c'est bien; compréhensibles, c'est mieux! En 2012, la structure inter-organismes Theia a été créée à l'initiative du CNES et du CNRS, rejoints par plusieurs partenaires institutionnels (dont l'Inrae, l'IRD, l'IGN, le CEA, l'Onera, le Cerema et AgroParisTech). Thématique, ce pôle est dédié aux données portant sur les surfaces continentales. Son rôle? Promouvoir les résultats des recherches scientifiques françaises en produisant à grande échelle des images corrigées mais aussi des cartographies diverses.

UNE EXPERTISE FOURNIE CLÉS EN MAIN

Volontairement pragmatique, le pôle Theia est tourné vers l'opérationnel. Il propose à des utilisateurs, expérimentés ou non, divers produits ou services : images à différentes échelles, suivis de cultures ou de rendement, et même une formation dans l'accès à l'imagerie. Pour ce faire, les données sont décryptées, « traduites », par des algorithmes et des chaînes de traitement. Le pôle s'appuie pour cela sur les compétences des centres d'expertise scientifique (CES) composés de chercheurs qui développent des méthodes innovantes de traitement des données. Les produits rendus disponibles via Internet sont devenus des indicateurs fiables et certifiés. Theia vise aussi à créer un lien entre les scientifiques et les acteurs publics; il le fait via un « réseau d'animation régionale ». Sa force? Créer et entretenir le contact avec les utilisateurs tout en faisant émerger les nouveaux besoins.

UN PORTAIL UNIQUE

theia-land.fr est la porte d'entrée du pôle Theia. Le site décline les thématiques vers lesquelles l'utilisateur va pouvoir s'orienter : agriculture, eau, forêt, etc. Il propose également des lectures à entrées multiples. Pour l'agriculture, par exemple, l'utilisateur trouvera des produits à valeur ajoutée dans plu-



- Canne à sucre
- Pâturage et fourrage
- Maraîchage
- Culture sous serre ou ombrage
- Arboriculture
- Espace boisé
- Lande et savane
- Rocher et sol nu naturel
- Ombre due au relief
- Eau
- Espace artificialisé

Carte d'occupation des sols 2018 de l'île de La Réunion, définie en 11 classes à partir d'images Pléiades acquises dans le cadre du projet Kalideos.



LE CNES EN ACTIONS

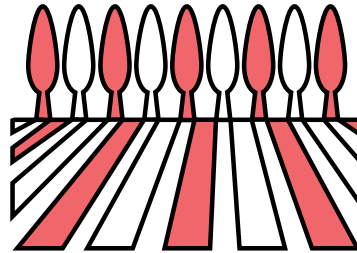
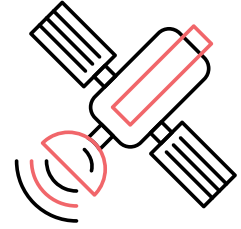
24

Les centres d'expertise scientifique

sont au nombre de 24.
Ils mènent des recherches dans 10 thèmes transversaux : agriculture, algorithmes et traitements, biodiversité, eau, forêt, littoral, neige et glace, risques naturels, santé, et urbain.

sieurs chapitres : produits d'occupation des sols, produits d'humidité des sols à haute ou très haute résolution, etc. Theia délivre ensuite des informations classées, hiérarchisées : zones d'observations et périodes d'acquisition, statut... Certaines données sont libres d'accès, d'autres réservées à un public ciblé. Par exemple, au menu des « variables biophysiques », la coopérative ou le groupement agricole auront accès à l'indice de végétation NDV¹, un excellent indicateur du bon état de santé, de la vitalité, de la verdure et de la quantité de végétation. Des algorithmes peuvent aussi être élaborés pour répondre à des besoins plus spécifiques. Le pôle est dynamique. La contribution des CES ouvre sans cesse la voie à l'exploitation de nouvelles données. En préparation, de nouveaux produits d'irrigation seront bientôt mis en ligne. Mais l'avenir est aussi prometteur grâce à l'apport attendu de technologies de pointe (optique, thermique) et de nouvelles missions (Biomass, Trishna). Peps pour les produits Sentinel, Dinamis pour les produits Pléiades... des plateformes de mise à disposition des produits de télédétection se développent tant la donnée spatiale est devenue un outil incontournable dans de nombreux secteurs d'activité.

1. Normalized Difference Vegetation



CESBIO

DE LA SIMULATION À L'INSPIRATION

De la fusion, il y a 25 ans, de plusieurs unités de recherche est né le Cesbio. Dédié à l'observation de la biosphère, il démocratise l'usage des systèmes spatiaux et inspire les missions spatiales de demain.



Partie intégrante de l'Observatoire Midi-Pyrénées, le Cesbio est sous tutelle de cinq entités scientifiques : le CNES, le CNRS, l'université Paul-Sabatier de Toulouse, l'IRD et l'Inrae. D'une organisation plurielle, il a fait une union sacrée où chacun apporte sa pierre à l'édifice des projets mutualisés. Lui amène sa spécificité : l'observation de la biosphère qui s'étend à l'ensemble des surfaces continentales, hors océans, du désert aux montagnes, des prairies aux forêts. « Partout où il y a de la végétation, où il pourrait y en avoir », précise Laurent Polidori, son directeur.



LE CNES EN ACTIONS

PROMOUVOIR LES SYSTÈMES SPATIAUX

Sa priorité est de contribuer au développement et à l'utilisation des systèmes spatiaux, de rendre la télédétection plus accessible. Gestion de forêts, interrelations végétation-climat... les données spatiales facilitent incontestablement la connaissance de ces problématiques. Pour l'agriculture aussi, le centre apporte un éclairage en matière d'irrigation, de suivi des cultures, de gestion du territoire cultivé, d'évolution des modes de culture. En améliorant leur qualité, en apportant des corrections notamment atmosphériques, il développe des produits d'approche simple, des cartographies ou des modélisations qu'il valorise notamment en les mettant à disposition de pôles thématiques comme Theia.

DES SIMULATIONS INSPIRANTES

Le Cesbio contribue également à définir scientifiquement les futures missions spatiales. « *Quand on conçoit une nouvelle mission, on ne part jamais d'une feuille blanche* », rappelle Laurent Polidori. En effet, leurs simulations sont adaptées à des problématiques ciblées



C'est le nombre

des missions spatiales (Smos, Biomass, Venùs, Trishna) dont la coordination

scientifique pleine et entière est assurée par des chercheurs du Cesbio. Mais ils participent, bien sûr, à de nombreuses autres missions.

(éapotranspiration, mécanismes à la surface de la Terre, etc.) et vont souvent devenir la base du programme scientifique des missions spatiales. Elles ont par exemple alimenté les missions Smos, Venùs (aujourd'hui en orbite) ou, demain, Biomass et Trishna. Parfois même, certains travaux amènent le Cesbio à imaginer de futures missions. Parmi ses fleurons, il compte aussi le développement du logiciel Dart 3D. Via une méthode innovante basée sur le suivi des rayons, ce logiciel de simulation de paysage donne des informations d'une précision jamais atteinte sur le couvert végétal. Il peut révéler tout ce qu'un satellite « voit » au-dessus d'un couvert forestier : humidité, brume, éclairage à toute heure de la journée... À partir des images spatiales et des travaux de recherches complémentaires, il peut établir une carte de France zoomée jusqu'à la parcelle. Ce support sera d'un intérêt capital pour les acteurs publics en charge de la politique agricole, comme les chambres d'agriculture.

Basé à Toulouse et Auch pour la France, le centre développe des activités scientifiques



Les cultures du delta de l'Èbre (Espagne) sont en majorité de la riziculture. Elles représentent le tiers de la production du pays. Ce delta fait partie des sites observés par le satellite Venùs, tous les deux jours durant deux ans et demi.



LE CNES EN ACTIONS

dans divers pays : Maroc, Tunisie, Liban, Inde et Vietnam. Il mène des observations de long terme sur deux pôles-chantiers. En lien avec l'agroécologie, le chantier Sud-Ouest, en Occitanie, étudie plus particulièrement l'évolution des agrosystèmes et des écosystèmes montagnards ainsi que le bilan carbone sur de longues échelles temporelles. Le chantier SudMed, sur le pourtour méditerranéen, utilise quant à lui les données de télédétection pour comprendre le cycle de l'eau à l'échelle des bassins-versants (cf. Essentiel, p. 11).

130

C'est l'effectif du Cesbio.

Il est composé de chercheurs, ingénieurs, doctorants, administratifs. Issus de la mutualisation des moyens humains, ils sont, pour la plupart, mis à disposition par les organismes de tutelle.

Venµs

VÉGÉTATION SOUS SURVEILLANCE

Lancée en août 2017, la mission franco-israélienne Venµs acquiert tous les deux jours des images sur 187 sites répartis sur le globe, avec une résolution de 5 m. L'association unique de la haute résolution spatiale et de la fréquence temporelle élevée offre aux scientifiques la possibilité de progresser sur la connaissance de la biosphère, sur le suivi de l'agriculture et le développement des outils de gestion des ressources naturelles. Venµs est conçu comme un démonstrateur de nouveaux services et de nouvelles missions spatiales au profit de l'agriculture, de l'environnement et du climat.



LAB'OT

UN SUIVI AU CAS PAR CAS

Au Lab'OT, les données spatiales prennent vie. Cette infrastructure du CNES accompagne tous les utilisateurs pour traiter et interpréter les données d'observation de la Terre qui les intéressent. En bout de chaîne : des produits directement utilisables qui répondent à un besoin précis.



travers le Lab'OT (Laboratoire d'applications d'observation de la Terre), le CNES démythifie l'image spatiale et la rend accessible aux services étatiques, collectivités locales, entreprises privées ou encore aux acteurs de la recherche, qu'il accompagne dans des phases de démonstration. Car tous ces utilisateurs présentent la même problématique : devant un cas particulier ou épineux, ils cherchent des solutions. Le spatial en est une, mais son usage ne leur est pas familier. Créé il y a deux ans, le Lab'OT analyse la demande et vérifie si l'exploitation d'images satellitaires peut y répondre. Si c'est le cas, il



LE CNES EN ACTIONS

recherche les données disponibles et fait la démonstration concrète de leur utilisation : comment comprendre l'image, l'interpréter, la croiser avec d'autres informations et, *in fine*, résoudre tout ou partie de l'interrogation de départ. Cet apprentissage des acteurs aval s'entend dans une approche de co-construction. Elle est soutenue par de l'algorithmie, incluant des méthodes d'intelligence artificielle, en vue d'exploiter une base de connaissances plurielles alimentée par l'expertise terrain : photos de zones, état de lieux, prévisions, etc. De plus en plus performantes, les missions d'observation de la Terre livrent aujourd'hui un panel de produits pour faire face à des cas de figure que le changement climatique, en particulier, démultiplie.

UNE POLITIQUE COHÉRENTE D'OCCUPATION DES SOLS

Illustration emblématique : le programme mené dans l'Aude après les inondations d'octobre 2018. Le bilan humain a été dramatique et le bilan économique lourd, avec des dégâts estimés à plus de 200 millions d'euros. Essentiellement rural, le secteur dévasté par le débordement des cours d'eau vivait de la viticulture. Les cartes IGN, antérieures au drame, ont été récupérées pour servir de référence. Les données Pléiades, postérieures au drame, y ont été superposées, recensant les vignobles endommagés. Ces informations intéressent les autorités publiques (DDTM, ministère de l'Agriculture) pour alimenter les dossiers d'indemnisation. Mais le temps de la reconstruction du vignoble est aussi venu. Et reconstruire prend un nouveau sens : il ne s'agit plus de replanter à l'identique, mais de ne pas reproduire les mêmes erreurs. La plus-value des images satellite est aussi là. Par superposition et comparaison, elles révèlent les failles, dévoilent les approches de replantation durable et responsable à soutenir. Les cartes de zones fournies par le Lab'OT indiquent ainsi les priorités dans la replantation et des aménagements à prévoir. Elles participent, de fait, à la renaissance d'une activité économique vitale pour ce département durement touché.

DANS L'ANTICHAMBRE DU SCO

Le fonctionnement du Lab'OT est source d'intérêt pour les travaux qui se développent dans le cadre du Space Climate Observatory (SCO). L'observatoire post-inondations de l'Aude en constitue d'ailleurs une forme d'anticipation. Dans une même démarche de coconstruction, il s'agira de mettre en commun des données spatiales, de les combiner à d'autres données régionales ou locales et de les analyser pour mieux mesurer les impacts du changement climatique. L'objectif est de préparer les territoires au futur, de les aider à impulser des initiatives locales adaptées. Le SCO invite autour de la table les scientifiques pour leur connaissance des phénomènes, les organismes techniques et les gestionnaires de territoires pour leur prise en compte des problématiques concrètes et humaines, et les organismes publics en charge des planifications et des préconisations.



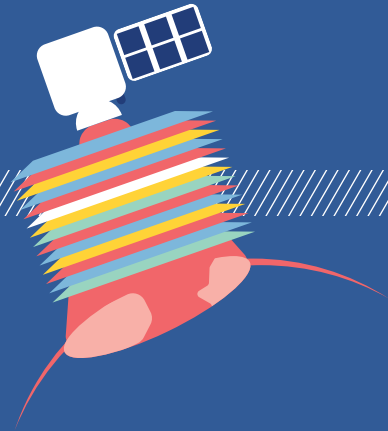
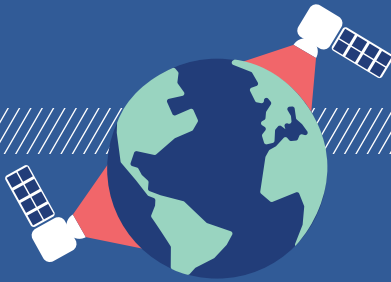
HARE TRISHNA

EN ÉTÉ, 15 °C PEUVENT SÉPARER UN CHAMP DE MAÏS IRRIGUÉ D'UN SOL NU, CE QU'UN CAPTEUR OPTIQUE CLASSIQUE NE MESURE PAS. Pour renforcer l'étude des besoins en eau des cultures et calculer des bilans hydriques, le satellite Trishna embarquera, dès 2025, un capteur optique indien et un autre, français, infrarouge thermique. Avec une couverture mondiale tous les trois jours et 60 m de résolution, ses acquisitions couplées amélioreront la gestion de l'eau d'irrigation et de donner l'alerte plus tôt en cas de sécheresse extrême. En effet, lorsqu'une plante manque d'eau ses feuilles vont jaunir peu à peu, alors que sa température augmente quasi instantanément. En mesurant la température de surface, la thermique peut donc détecter le stress hydrique jusqu'à deux semaines avant que ce jaunissement ne survienne.

Champs d'irrigation à Olton (Texas, États-Unis) pris par le satellite Pléiades.



INSTANTS T



INÉDIT RÉPÉTITIVITÉ ET HAUTE RÉOLUTION

Dès qu'il survole des terres émergées, chaque satellite Sentinel-2 acquiert des images d'une largeur au sol de 290 kilomètres avec une résolution¹ de 10 à 60 mètres. Deux satellites suffisent ainsi à couvrir la totalité des surfaces terrestres tous les cinq jours. Inédite à cette résolution, la répétition temporelle s'avère cruciale pour suivre l'évolution de la végétation et de l'occupation des sols car elle fournit en général au moins une image exploitable – c'est-à-dire sans couverture nuageuse – par mois. Et ce, en chaque point du globe.

1. Plus petits détails visibles.

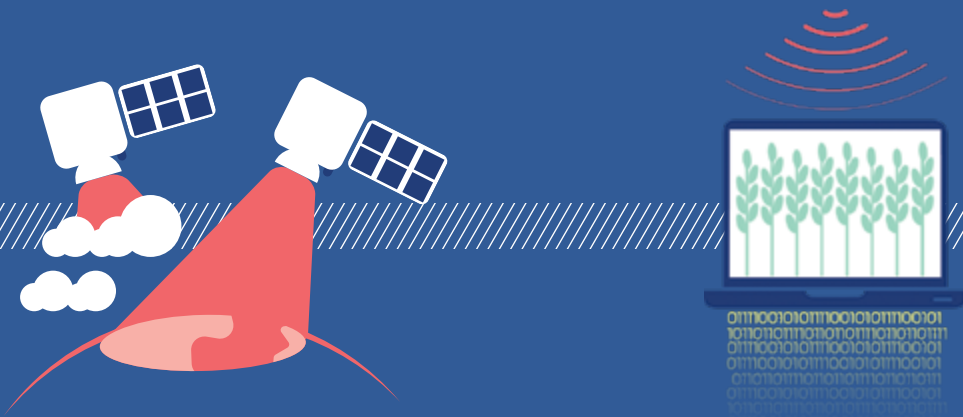
SIGNATURE SPECTRALE 13 BANDES SPECTRALES UTILISÉES

La chlorophylle absorbe la lumière rouge mais réfléchit celle du proche infrarouge. L'imageur de Sentinel-2 analyse de près cette région du front spectral de la végétation avec 5 bandes spectrales. Celles-ci permettent de quantifier la présence de végétaux et d'en caractériser la vigueur. Les bandes dans le moyen infrarouge réagissent, elles, à l'humidité du sol et de la plante et sont moins sensibles à l'atmosphère. Sentinel-2 utilise au total 13 bandes spectrales, dont 3 dédiées aux corrections atmosphériques.



INSTANTS T

LA MISSION SENTINEL-2 EST UNE ALLIÉE FIABLE ET DURABLE. SCRUTANT CHAQUE PARCELLE DE TERRE TOUS LES CINQ JOURS DEPUIS 2016, ELLE OUVRE LA VOIE À UN SUIVI DE LA VÉGÉTATION D'UNE QUALITÉ INÉDITE GRÂCE À DES DONNÉES RÉGULIÈRES ET GRATUITES. UNE RÉVOLUTION.



COMPLÉMENTARITÉ LES INSTRUMENTS SENTINEL **AU RAPPORT**

L'optique fournit des images proches de notre vision humaine, assez faciles à interpréter si le ciel est dégagé. Avec des données plus complexes, le radar se joue de la météo et réagit à d'autres paramètres comme la structure géométrique des plantes. Ainsi, une image de l'instrument radar de Sentinel-1 peut compléter une observation trop ennuagée de Sentinel-2.

Inversement, ce dernier peut vérifier que le couvert végétal d'une zone ne bloquera pas le signal radar de Sentinel-1 pour analyser l'humidité du sol.

ACCÈS LIBRE DES RESSOURCES **GRATUITES**

Les satellites Sentinel sont développés dans le cadre du programme Copernicus de l'Union européenne, qui considère ces données comme un service public, en accès libre et gratuit.

De fait, les agences spatiales ont redoublé d'efforts pour simplifier l'accès aux données et à leurs produits dérivés, a minima corrigés des effets atmosphériques. En France, le CNES a développé Peps, plateforme d'exploitation des produits Sentinel, parmi les plus performantes pour rediffuser les données, et le pôle Theia, pour distribuer des produits plus avancés.



RENCONTRES

SYLVAIN HYPOLITE

Responsable recherche et développement de la coopérative Agro d'Oc
« Les agriculteurs ont besoin de nouveaux outils »



« Il existe aujourd'hui une formidable diversité des exploitations agricoles », se réjouit Sylvain Hypolite qui, de son Nord-Est natal, a tracé une diagonale jusqu'à Toulouse pour devenir ingénieur agronome. **Lui-même fils d'agriculteur, il a la fibre paysanne et rejoint, dès 2012, la coopérative Agro d'Oc.** S'appuyant sur la dynamique de 54 groupements d'agriculteurs Ceta (centres d'études techniques agricoles), celle-ci fédère 1100 adhérents du Grand Sud-Ouest, dont 18 % d'exploitants bio, un taux record en France. « *Totalement autonomes et indépendants, les agriculteurs rejoignent Agro d'Oc pour être formés et informés afin de gérer leur exploitation en chefs d'entreprise* », pré-

sente l'ingénieur. Prodiguant outils et conseils, la coopérative soutient les projets audacieux qui encouragent les bonnes pratiques, comme Naturellement PopCorn, une initiative gersoise proposant de rémunérer le carbone stocké dans les sols par les producteurs de maïs grâce à une agriculture de conservation du sol (cf. Transfert p. 36). Or le spatial est un moyen indirect de voir la quantité de carbone piégée dans le sol. **« Avec l'aide du Cesbio, la composante biosphère du CNES, nous intégrons les outils spatiaux à nos démarches, surtout depuis l'arrivée de Sentinel-2.** Un agriculteur gersois, également développeur informatique, s'est formé avec eux pour créer Précé d'Oc, notre logi-

ciel de gestion cartographique à partir d'images Sentinel-2 », explique Sylvain Hypolite. Avec Précé d'Oc, chaque adhérent peut visualiser le développement de ses cultures, et même se lancer dans la modulation intra-parcellaire (répartition des intrants que sont les engrais et les semences) en choisissant lui-même les règles agronomiques. Selon l'ingénieur, **« s'ils redoutent parfois le contrôle par l'outil spatial, les agriculteurs sont demandeurs de ce type de services.** Sollicités par la société pour produire autant, voire plus, avec moins d'intrants, ils ont besoin de nouveaux outils et images satellites pour mieux caractériser les parcelles et les cultures. »

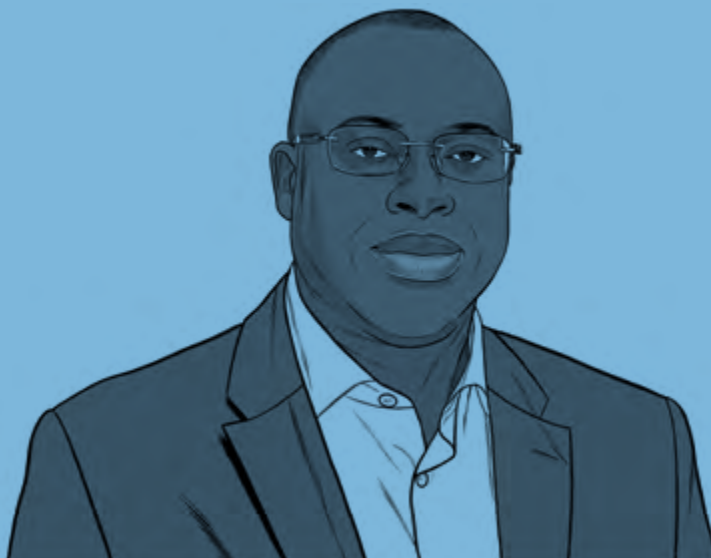


RENCONTRES

TIDIANE OUATTARA

Expert en sciences spatiales de la Commission de l'Union africaine (CUA)

« En Afrique, il faut nourrir plus d'un milliard d'habitants »



Il voulait faire médecine mais fut orienté vers l'université d'Abidjan, où il obtint une maîtrise en géographie physique avant de décrocher un doctorat en télédétection spatiale au Canada. **C'est donc pour le gouvernement fédéral canadien que Tidiane Ouattara exerça d'abord ses talents en données géo-spatiales appliquées à l'environnement.** Le retour en Afrique se fera sur invitation de la CUA pour devenir responsable de son programme spatial. « Cette commission est une organisation intergouvernementale qui représente les 55 pays d'Afrique. Sa priorité consiste à mener des expériences ensemble pour une Afrique mieux intégrée, prospère et en paix. La majeure partie de la popu-

lation vivant grâce à l'agriculture, notre premier axe de travail est de faire en sorte que les terres cultivées aient un meilleur rendement. **Nous comptons sur l'observation de la Terre pour localiser les terres arables, dont la plupart sont épuisées, mais aussi pour inciter les pays à diversifier leurs cultures avec des plants plus adaptés et plus rentables selon les sols.** Nous avons également besoin de mieux connaître les impacts du changement climatique pour en réduire les effets sur l'agriculture. Parfois, les inondations dévastent totalement les terres arables, comme les criquets pèlerins, sans parler de la propagation des maladies... » égrène le docteur. **Face à ces défis,**

un accord de partenariat entre la CUA et la Commission européenne permet aux 122 institutions africaines du programme GMES & Afrique d'utiliser les images Copernicus pour suivre inondations, terres humides, feux de forêt, etc. En prélude au sommet Afrique-France 2020 (Bordeaux, juin 2020), Tidiane Ouattara croit aux liens qui unissent son continent et l'Hexagone : « En Afrique, où il faut nourrir plus d'un milliard d'habitants, la moitié des pays ont en commun la langue française. Nous espérons logiquement que la France partage son savoir-faire spatial afin que nous, Africains, puissions l'utiliser pour innover et augmenter notre productivité agricole. »



RENCONTRES

CLÉMENT BARON

Directeur des nouvelles technologies chez Agreenculture
« L'essaimage du CNES m'a ouvert la voie »



C'est en trois chapitres que peut s'écrire la *success story* de Clément Baron, directeur technique d'Agreenculture (cf. En vue p. 34). Le premier chapitre s'ouvre à SupAero avec une orientation « télécommunications-navigation » guidée par la passion pour les technologies. **En 2010, diplôme en poche, il intègre le CNES. Ce qui l'a poussé ? « Le challenge, la diversité et la techno, encore et toujours ! » se rappelle Clément Baron.** Chargé de l'architecture des stations des segments-sols à la Direction des lanceurs (DLA), il va s'investir dans des projets innovants (radar de trajectographie, antennes, etc.). Riche de sept ans d'expertise, il aurait pu poursuivre là sa carrière. Mais **titu-**

laire du prix « jeunes actifs 3AF » depuis 2016, il reste taraudé par l'appel de la techno et le besoin d'innovation. Le hasard va alors jouer l'entremetteur : Christophe Aubé, ancien de l'Enac¹, a jeté les bases d'une start-up dédiée à la robotique agricole. Pour renforcer l'équipe, avec Emmanuel Goua de Baix son associé, ils cherchent un expert pour le guidage du robot... un sujet que Clément Baron connaît bien. La rencontre inopinée entre anciens amis ouvre le dernier chapitre. Pour rejoindre Agreenculture et ses projets de développement, Clément Baron engage un dossier d'essaimage auprès du CNES. Dans son règlement interne, l'établissement encourage les agents

qui veulent prendre des risques et s'engager dans l'entrepreneuriat. Encore faut-il que le projet soit commercialement viable. Validé, le projet a pu intégrer l'incubateur Esa Bic Sud France. Résultat : en trois ans, l'effectif d'Agreenculture est passé de 3 à 28 collaborateurs. Une totale réussite pour Clément Baron, qui retrouve « l'attrait technique, mais aussi une autre forme de responsabilité, assumée en équipe ; ce qu'on vend, ce n'est pas qu'un produit, c'est aussi une garantie de sécurité, de fiabilité. » **Son inventivité a valu à la jeune start-up le titre de lauréat du Master Galileo 2018 pour la France et celui de The Robot Of The Year 2018.**

1. École nationale de l'aviation civile

Historien des sciences
et théologien,
Jacques Arnould
est chargé de mission
pour les questions
éthiques au CNES.



ESPACE ÉTHIQUE



JACQUES ARNOULD

DES RACINES DANS LE CIEL

À l'aube de l'ère spatiale, les premiers satellites d'observation ont très vite servi d'« espions agricoles ». Aujourd'hui, ils peuvent faire plus et mieux : seule une humanité plus unie saura relever le défi de la faim dans le monde.



l'heure où les ombres de Youri Gagarine et de Neil Armstrong s'allongent, notre humanité semble hésiter. Devrait-elle rallumer la flamme de ces pionniers pour reprendre l'exploration de l'espace là où elle s'est arrêtée il y a presque un demi-siècle, retourner sur la Lune avant d'affronter le long voyage vers Mars ? Ou bien serait-il plus raisonnable de concentrer ses efforts et d'investir ses moyens dans les affaires terrestres, la sauvegarde de la Terre et le mieux-être des Terriens ? Ce n'est pas le lieu pour engager un débat qui, à mes yeux, ne trouvera jamais d'autre réponse valable que celle inspirée par la raison partagée et, certes plus prosaïquement, par le constat que nous marchons sur deux jambes et pensons grâce à deux cerveaux. Et si, pour être humains, nous devons garder les pieds sur terre et la tête dans les étoiles ?

De fait, le demi-siècle parcouru par les techniques spatiales a clairement donné raison aux fidèles qui vénéraient Açvatta, l'arbre cosmique de la mythologie indienne. Un arbre bien étrange puisqu'il se dresse à l'envers : « C'est vers le bas que se dirigent ses branches, c'est en haut que se trouve sa racine, d'en haut que ses rayons descendent jusqu'à nous. »

Mieux encore que rappeler comment les arbres de nos forêts possèdent parfois une ramure souterraine aussi développée que l'aérienne, cette image fantastique véhicule une singulière vision de l'existence : rien de ce qui est, enseigne Açvatta, ne peut être et subsister sans posséder des racines dans le ciel. La sève et le souffle, l'eau et le feu, la vie et la mort ne sont pas seulement tirés des entrailles maternelles de la Terre ; ils sont aussi des dons du ciel.

DES CLÉS POUR L'AGRICULTURE DE DEMAIN

De la même manière, l'espace procure à ceux qui vivent sur Terre davantage qu'un point de vue de Sirius, qu'un *overview effect* (un « effet de surplomb », selon l'expression désormais courante dans le langage spatial) : il inspire, alimente, soutient la conscience naissante d'une responsabilité globale et collective dont l'un des premiers défis est de nourrir les humains, tous les humains. Nos satellites ne doivent pas seulement favoriser l'amélioration des performances de nos techniques culturelles, de protéger les territoires agricoles ; ils doivent être aussi des moyens d'améliorer le partage des productions agricoles, de réduire le gaspillage. Les racines de l'agriculture se trouvent désormais dans le ciel.



EN VUE



LA PREUVE PAR L'EXEMPLE

La robotique au service de l'agriculture

La jeune start-up toulousaine Agreenculture conçoit des assistants de poids pour les exploitants agricoles : ses robots de plus de 500 kg sont des concentrés de haute technologie conçus pour l'agriculture raisonnée. Totalelement autonomes, ces mastodontes sont dotés d'une intelligence artificielle qui analyse leur environnement. La technique de géo-positionnement centimétrique basée sur les signaux émis par les satellites de navigation contrôle la trajectoire de la machine lors des différentes étapes de culture : semis, fertilisation et désherbage mécanique. Agreenculture a mis au point un système de localisation innovant à faible coût qui garantit l'intégrité de la position, facteur clé pour les systèmes autonomes qui ne devront pas sortir des champs par erreur. L'utilisation des signaux de la constellation Galileo a permis d'améliorer encore ses performances. Son inventivité a valu à la jeune start-up le titre de lauréat du Master Galileo 2018 pour la France (cf. Rencontre avec Clément Baron p. 32).

À LIRE

TOUT SAVOIR SUR LES ROBOTS AGRICOLES

John Billingsley est professeur de génie mécatronique en Australie. Dans un ouvrage très documenté uniquement disponible en anglais, il fait la revue des principales avancées dans l'utilisation des robots en agriculture. Développement dans les systèmes de localisation et de guidage, technologies GPS, vision industrielle, navigation, technologies de communication et de contrôle constituent autant de chapitres. L'ouvrage aborde également comment le déploiement de ces techniques peut économiser du travail, améliorer la précision, la vitesse et l'efficacité des opérations agricoles, sans oublier l'application de la robotique au secteur de l'élevage.

Robotics and Automation for Improving Agriculture,
Burleigh Dodds Science Publishing.

 PLUS D'INFOS : INFO@BDSPUBLISHING.COM

À SAVOIR

FARMSTAR : ABONNEZ-VOUS !

Airbus Defence & Space fait figure de pionnier avec son programme Farmstar, aujourd'hui leader des outils d'aide à la décision pour l'agriculture. Historiquement, des travaux avaient été menés en 1996 avec le CNES. En s'appuyant sur ces études et avec le partenariat des instituts techniques Arvalis-Institut du végétal et Terre Inovia, l'industriel a conçu le premier outil d'aide au pilotage des cultures. Mis sur le marché en 2002, Farmstar s'appuie sur l'acquisition d'images satellite et multi-sources (drones, avions). Combinées avec des données météo et des modèles agronomiques, elles sont traduites sous forme de cartes de préconisation accessibles sur la console du tracteur. L'abonné reçoit ainsi chaque année de 3 à 6 cartes selon la nature de ses cultures (maïs, colza, blé, orge, etc.). En 2020, Airbus prévoit son orientation à l'international.





EN VUE



FIRA

LA ROBOTIQUE AGRICOLE FAIT SON FORUM

Cité des pionniers de l'aéronautique, Toulouse accueille depuis quatre ans d'autres pionniers, ceux de la robotique agricole. Pendant deux journées studieuses (10-11 décembre 2019), le Forum international de la robotique agricole (Fira) regroupe dans un décor très urbain ce que l'agriculture de demain porte comme espoirs pour les agriculteurs : moindre pénibilité, meilleure rentabilité, qualité optimisée. Pour s'en convaincre, les participants n'ont eu qu'à pénétrer dans le hall d'exposition et assister aux démonstrations de ces robots, nouveaux assistants qui, du format poche au XXL, sillonnent déjà certaines exploitations. Cofondateur de la jeune start-up Naïo Technologies (cf. En images p. 17), Gaëtan Séverac est à l'initiative de ce rendez-vous annuel. Objectif du forum : développer et promouvoir la robotique agricole à l'international. Pour animer tables rondes et conférences de haute tenue, le Fira invite les plus grands experts internationaux du secteur. On y parle technologie mais aussi usages et prospective : cette année, la question de la sécurité était, par exemple, à l'affiche d'un colloque scientifique organisé par l'association RobAgri. Dans un programme dense et riche, ce forum reste pragmatique : il favorise l'échange et le partage d'expériences, notamment grâce à son espace « rendez-vous d'affaires ».



AGENDA

22 FÉVRIER - 1^{ER} MARS 2020

Salon de l'agriculture
Parc des expositions, porte de
Versailles, Paris

4-6 JUIN 2020

Sommet Afrique-France
Thème : villes et territoires
durables
Bordeaux

8-12 NOVEMBRE 2020

Salon international du
machinisme agricole (Sima)
Paris - simaonline.com

Ils y étaient, ils l'ont dit !

L'impact du Fira dépasse de loin ses participants toulousains. Les communications (anglais/français) sont aussi retransmises et très suivies sur Youtube... technologie oblige ! L'audience internationale est d'ailleurs confirmée : 42 pays des 5 continents étaient représentés. Les impressions ? « Tout est intéressant », « excellent lieu d'échange » et ouverture « vers de beaux projets ». Le Fira souhaite aller encore plus loin et accueillir plus d'utilisateurs de terrain : agriculteurs, maraîchers, éleveurs. En novembre 2020, le Fira ira donc à leur rencontre lors du Salon international de la machine agricole (Sima), une nouvelle vitrine où l'agriculture de demain a tout lieu d'être présente.



TRANSFERT

NATAÏS : QUAND POP-CORN RIME AVEC CARBONE

En totale harmonie avec la campagne gersoise qui l'entoure, la société Nataïs mise sur le vert : elle incite ses maïsiculteurs à développer une agriculture durable et respectueuse de l'environnement. Une démarche innovante qui s'appuie notamment sur la donnée spatiale.



Le credo de Nataïs ? L'agroécologie. Depuis sa création, la société accompagne ses agriculteurs au travers d'initiatives comme l'emploi de sondes capacitatives pour optimiser l'utilisation en eau sur le territoire, soit plus

de 7000 ha de cultures en France. De plus, elle invite les 260 agriculteurs partenaires à s'inscrire dans la démarche Naturellement Popcorn, qui porte sur trois piliers : la culture régénératrice, la production de qualité et le développement économique de la région. Pour consolider le premier pilier, Nataïs travaille à la mise au point d'un outil de mesure pour calculer les tonnes de carbone stockées dans le sol. Ce projet PSPC¹, mené avec plusieurs partenaires², vise à valoriser les efforts de captation de carbone sur leurs parcelles.

DES EFFORTS QUI PORTENT LEURS FRUITS

Concrètement, à l'automne, après la récolte de maïs, l'agriculteur plante des légumineuses entre les rangs de maïs. L'été après la récolte de blé, il plante du sorgho. Dans les deux cas, ces couverts vont continuer à générer de la biomasse et donc séquestrer du carbone de façon durable. Au moment des semis, ce couvert végétal broyé constitue une matière organique préservée dans le sol. Nataïs et ses partenaires ont validé un modèle numérique fiable et objectif pour mesurer le taux de carbone ainsi récupéré. L'outil, en cours de développement, croisera des données quotidiennes de Sentinel-1 et 2 et celles de terrain sur les parcelles cultivées. Sur cette base, les agriculteurs qui adhèrent à cette démarche innovante seront rémunérés à travers une prime indexée sur le taux de carbone stocké sur leur parcelle. La phase d'expérimentation de ce projet pilote est déjà en cours et rien n'empêcherait, dans l'idéal, de l'étendre à d'autres types de cultures.

1. Projets structurants pour la compétitivité
2. Inrae, Cesbio, Agro d'Oc et STMS



FR

40 %

Dès ses débuts, environ 40 % des producteurs de maïs ont suivi Nataïs dans sa démarche. La société souhaite convaincre un maximum d'agriculteurs d'ici à cinq ans. La rémunération qu'elle accorde varie de 60 à 80 euros par tonne de carbone fixé dans le sol.