



au service de l'Afrique
serving Africa



AfriCultuReS

**Renforcement de la sécurité
alimentaire dans les systèmes
agricoles africains
avec le soutien de la Télédétection**



**L'Observation de la Terre au service
de la sécurité alimentaire en Afrique**



Observatoire du Sahara et du Sahel © 2022

L'Observation de la Terre au service de la sécurité alimentaire en Afrique

Note d'orientation/ OSS _ 26p. _ Tunis, août 2022

ISBN : 978-9938-933-31-4

AfriCultuReS – Renforcement de la sécurité alimentaire dans les systèmes agricoles africains avec le soutien de la Télédétection. Horizon 2020 - <https://cordis.europa.eu/project/id/774652>

Observatoire du Sahara et du Sahel - OSS

Projet AfriCultuReS

**Renforcement de la Sécurité Alimentaire dans les Systèmes Agricoles
Africains avec le soutien de la Télédétection**

L'Observation de la Terre au service de la sécurité alimentaire en Afrique

Note d'orientation

Août 2022

Contributions

Cette note d'orientation, qui a été élaborée dans le cadre du projet AfriCultuReS, financé par l'Union Européenne (Horizon 2020), a été réalisée sous la supervision de M. Nabil Ben Khatra, Secrétaire Exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel de M. Mourad Briki, Coordinateur du Département Veille et Prospective et de Mme Fatou Mar, Coordinatrice du Département Terre.

Les travaux ont été dirigés par M. Louis Evence Zougrana, Responsable du projet AfriCultuReS, avec la contribution de MM. Mustapha Mimouni, Responsable de la cellule SIG & Télédétection, Amjed Hadjaieb, Expert SIG & Télédétection et Mme Kaouther Hamrouni, Experte en Biodiversité.

Mmes Nadia Khammari, Lilia Benzid, Leila Bennani, Asma Ghiloufi, Alia Ben Attia et M. Ahmed Ben Salah du Département Communication de l'OSS, ont également participé à la production de cet ouvrage dont la conception, l'iconographie et le suivi des travaux d'édition ont été assurés par Mme Olfa Othman.

Que tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cet ouvrage, en soient remerciés.

Table des matières

Avant-propos.....	4
L'agriculture au cœur d'une stratégie opérationnelle pour la sécurité alimentaire en Afrique .	6
L'agriculture : une composante majeure de l'Agenda 2063 et des ODD.....	7
Télédétection et agriculture : une intégration timide en Afrique.....	10
Problématique de la production d'informations utiles pour le suivi agricole	10
Atouts liés à l'adoption de la télédétection	11
Facteurs limitant l'utilisation de la télédétection dans le contexte agricole.....	13
Pistes pour mieux se servir de la télédétection dans le domaine agricole.....	16
Projet régional AfriCultuReS : valorisation de la télédétection au profit l'agriculture en Afrique	17
Défis et perspectives pour une meilleure valorisation de la télédétection par les instances publiques et les organisations nationales africaines.....	21
Recommandations	22
Bibliographie.....	24
Webographie.....	25

Observatoire du Sahara et du Sahel © 2022

L'Observation de la Terre au service de la sécurité alimentaire en Afrique - Note d'orientation/ OSS. _ 26p. _ Tunis, août 2022. _

ISBN : 978-9938-933-31-4

AfriCultuReS – Renforcement de la Sécurité Alimentaire dans les Systèmes Agricoles Africains avec le soutien de la Télédétection. Horizon 2020 - <https://cordis.europa.eu/project/id/774652>

Avant-propos

Les systèmes de production agricole et alimentaire sont confrontés à des difficultés substantielles dues au changement climatique, à la disponibilité des terres et de l'eau et, plus récemment, à la pandémie de la Covid-19. Ces facteurs menacent la stabilité environnementale et économique des systèmes d'approvisionnement alimentaire actuels et futurs. Les innovations scientifiques et technologiques sont plus que jamais nécessaires pour assurer une alimentation suffisante à une population mondiale en forte croissance.

Le secteur agricole présente un fort potentiel de création d'emplois et de génération de revenus. De ce fait, il est indispensable de protéger les espaces agricoles et naturels et veiller à rendre prospère ce secteur d'activité qui est au cœur du développement durable, de la préservation et de la valorisation des produits de terroir.

Les technologies de télédétection constituent un outil de diagnostic efficient qui peut servir comme système d'alerte précoce, permettant à la communauté agricole d'intervenir en temps opportun pour faire face aux problèmes potentiels ayant un impact négatif sur la productivité des cultures. Grâce aux progrès récents dans les technologies géospatiales, la gestion et l'analyse des données, plusieurs outils sont actuellement disponibles pour la communauté agricole. Toutefois, le secteur agricole ne profite toujours pas assez de ces technologies dont la pertinence et la mise en œuvre restent encore méconnues.

Il est, en effet, primordial de vulgariser et de valoriser davantage les résultats des innovations et des progrès réalisés dans le domaine des technologies spatiales et de l'Observation de la Terre. Ceci permettra de bénéficier concrètement de l'innovation agricole et de l'agriculture de précision.

La démocratisation des données de la télédétection, le libre accès aux applications géospatiales et la baisse des coûts d'installation des systèmes d'acquisition des ressources géospatiales encouragent à orienter pleinement les choix vers ces technologies, en faisant d'elles des instruments privilégiés pour assurer la sécurité alimentaire. Cela permettra à l'Afrique d'améliorer son agriculture et d'approvisionner sa population.

Il est incontestable que le potentiel en ressources écosystémiques de l'Afrique est très important et diversifié. A présent, il nous appartient de développer et de valoriser les performances du capital humain dans le domaine de la production des solutions géospatiales, pour une meilleure gestion des richesses naturelles. Ces solutions doivent être mises au profit d'une agriculture durable afin d'atteindre la sécurité alimentaire dans le respect de l'environnement. Pour cela, un changement de paradigme est nécessaire à travers le renforcement des capacités, la volonté politique, l'engagement institutionnel, le partenariat public-privé et les retours positifs d'expériences.

Elaboré dans le cadre d'AfriCultuReS, projet régional financé par l'Union Européenne (Horizon 2020), cet ouvrage contribuera à améliorer les connaissances sur le rôle et l'utilité de la télédétection dans les domaines de l'agriculture et de la sécurité alimentaire.

Adressé à l'ensemble des acteurs, décideurs et techniciens, représentants du secteur public et privé et intervenants dans le secteur agricole africain et les secteurs connexes, cet ouvrage est une invitation à poursuivre la réflexion et les actions en faveur d'une meilleure valorisation de l'outil télédétection dans les chaînes de production des informations et des statistiques agricoles en réponse aux besoins de toutes les parties prenantes.

M. Nabil BEN KHATRA



Secrétaire Exécutif
Observatoire du Sahara et du Sahel

L'agriculture au cœur d'une stratégie opérationnelle pour la sécurité alimentaire en Afrique

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), éradiquer la faim et la malnutrition, est l'un des plus grands défis que l'Afrique doit relever. L'Afrique compte plus de la moitié des terres arables non utilisées dans le monde. Cela dit, elle reste exposée à l'insécurité alimentaire. Le nombre de personnes sous-alimentées y a atteint 256.5 millions (2017), soit 20% de sa population (FAO, 2020). Si des progrès ont, certes, été réalisés dans le domaine de la sécurité alimentaire au fil des ans, ils ont été inégaux suivant les pays et les régions de l'Afrique. Les zones les plus touchées sont l'Est et le Centre du continent où le taux de sous-alimentation s'élève respectivement à 31,4% et 26,1%. La bonne nouvelle est venue de l'Afrique du Nord (excepté le Soudan) où le taux a baissé à 5%.

Pour de nombreux africains, la capacité d'accès à une nourriture suffisante, nutritive et sans danger, a été diminuée par une succession de catastrophes naturelles et d'épidémies. Les cyclones Idai et Kenneth, les nuages de sauterelles en Afrique orientale ou les sécheresses survenues en Afrique australe et orientale, en sont quelques exemples.

L'Afrique est ainsi confrontée à de nombreux défis : sécheresse, changement climatique, insécurité alimentaire, etc. Avoir des informations fiables, précoces (et à référence spatiale) est indispensable pour une bonne gestion des ressources naturelles et une meilleure pratique de l'agriculture durable. A cet égard, la télédétection offre des solutions prometteuses pour le suivi des cultures afin d'améliorer la production.

Le recours aux technologies spatiales et satellitaires dans le domaine agricole présente un précieux avantage : celui de recueillir rapidement des informations fiables sur l'état des cultures en faisant ressortir la variabilité spatiale et temporelle et en permettant d'établir un diagnostic substantiel aidant à orienter la prise de décision et les interventions sur le terrain. Un large panel d'images satellitaires a été démocratisé, ainsi que les outils opérationnels permettant de les traiter afin d'en extraire des informations requises pour la prise de décision.

Toutefois, les potentialités de la télédétection demeurent encore peu connues et valorisées, ce qui limite sensiblement son utilisation. Les secteurs privé et public restent encore timidement investis dans le développement d'applications faisant appel à la télédétection. Pourtant, une appropriation adéquate contribuerait à offrir des réponses convenables au suivi de la croissance des cultures, à la prévision des productions et au besoin d'optimisation des stratégies en matière d'agriculture, d'autosuffisance et de sécurité alimentaire.

Pour un meilleur investissement dans l'Observation de la Terre et une valorisation optimale des ressources et des produits qui en sont dérivés au profit de la sécurité alimentaire en Afrique, il est important de mettre en exergue les défis à relever, les opportunités à exploiter et les perspectives à considérer.

Sigle de la sécurité alimentaire
(FAO, 2020)

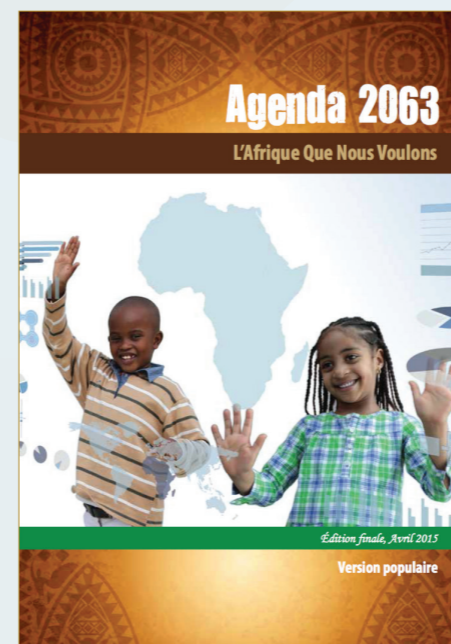


L'Agriculture : une composante majeure de l'Agenda 2063 et des ODD

Tous les pays africains ne sont pas encore parvenus à une sécurité alimentaire durable, car le continent enregistre la plus forte prévalence de sous-alimentation, touchant près de 20% de la population (Banque Mondiale 2018 ; FAO, 2020).

La sécurité alimentaire constitue ainsi l'un des piliers de l'Agenda 2063 de l'Union Africaine (UA) et des 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies, tous deux adoptés en 2015.

L'Agenda 2063 vise à atteindre « Une Afrique prospère fondée sur une croissance inclusive et un développement durable ». Pour réaliser cette ambition, l'un des principaux objectifs (Objectif - 5) consiste à développer « Une agriculture moderne pour une productivité et production accrues ». Cet objectif est en phase avec l'ODD-2 qui appelle à « Eradiquer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir une agriculture durable d'ici 2030 ».



L'Agenda 2063 définissant les programmes et initiatives clés identifiés comme essentiels pour accélérer la croissance économique et le développement de l'Afrique.



Les 17 ODD, avec en exergue l'ODD n°2 qui rassemble les trois thématiques « faim, sécurité alimentaire et nutritionnelle, agriculture durable » dans un même Objectif

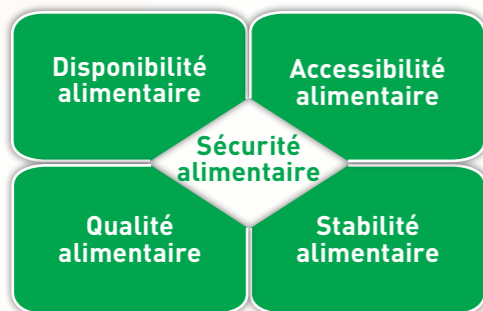
L'Agenda 2063 et les ODD



Qu'est-ce que la sécurité alimentaire ?

La sécurité alimentaire aux niveaux individuel, familial, national, régional et mondial est assurée lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante et saine leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active. (FAO, Déclaration de Rome sur la sécurité alimentaire mondiale et Plan d'action du Sommet Mondial de l'Alimentation, 1996. Rome).

La sécurité alimentaire est un concept qui recouvre quatre dimensions principales : (i) disponibilité de la nourriture en quantité suffisante ; (ii) stabilité de l'approvisionnement ; (iii) accessibilité physique et économique des denrées ; et (iv) qualité et sécurité sanitaire des aliments.



Dimensions principales de la sécurité alimentaire (FAO, 2020 ; Intellivoire, 2015)

Le recours à la télédétection pour renforcer la sécurité alimentaire en Afrique : une nécessité !

La télédétection est utilisée en agriculture depuis les années 1980, avec le lancement des premiers satellites d'Observation de la Terre. La ressource essentielle, provenant de la télédétection et constituant la source potentielle d'information pour le suivi agricole, est l'image satellitaire. Le principal avantage de l'utilisation de ces images satellitaires est qu'elles permettent de mieux comprendre les caractéristiques de la production agricole et des cultures liées aux campagnes agricoles actuelles et antérieures. Concernant les campagnes agricoles actuelles, ces données permettent de déterminer si elles seront « bonnes » ou « mauvaises » en les comparant à d'autres saisons ou à la situation moyenne. Il existe actuellement différents types d'images satellitaires utilisées à diverses échelles (locale, nationale et régionale) pour la production de produits biophysiques de surface (données sur les indices de végétation, l'évapotranspiration, l'humidité du sol, etc.) et de produits climatiques (précipitations, rayonnement, etc.), permettant le suivi de la végétation, du cycle de l'eau, du bilan d'énergie, et de la caractérisation du relief sur l'ensemble du globe (Begué et al, 2006).

Les précipitations constituent généralement le principal facteur qui influence le développement des cultures dans les régions arides et semi-arides et forment donc le premier indicateur à surveiller. Les techniques classiques utilisées pour la détection et la surveillance des conditions de sécheresse sont, certes, basées essentiellement sur des données fournies par des réseaux de stations météorologiques. Cependant, ces derniers s'avèrent parfois peu représentatifs et souvent situés dans des zones peu convenables, d'où le recours aux données de la télédétection pour calculer des indicateurs spécifiques dont le Vegetation Condition Index (VCI) et le Temperature Condition Index (TCI) ; la bonne corrélation de ces deux indices avec l'Indice des Précipitations Standardisé (SPI) ayant été démontrée en période de sécheresse (Beaudin, 2006).

Aujourd'hui, les nouvelles avancées en matière de télédétection font désormais d'elle un outil indispensable pour l'élaboration d'une gamme de produits et services d'aide à la décision pour les politiques agricoles en Afrique.



La télédétection c'est quoi ?

« La télédétection, encore appelée « Observation de la Terre », est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre (y compris l'atmosphère et les océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information qu'elle représente, pour ensuite la mettre en application ».

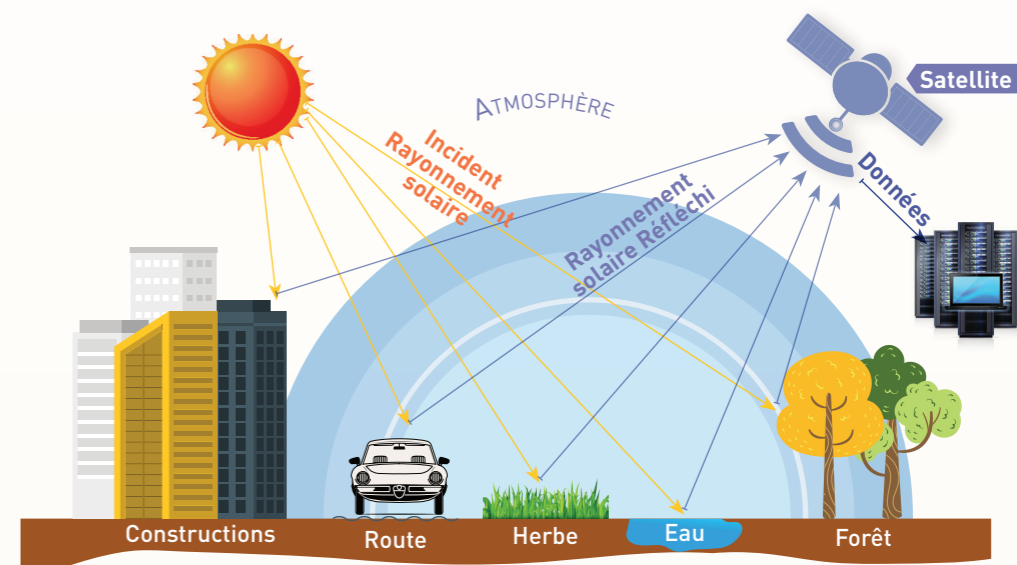


Illustration simplifiée du concept de la télédétection

Télédétection et agriculture : une intégration timide en Afrique

L'agriculture est aujourd'hui, plus que jamais, au cœur des enjeux politiques, économiques, sociétaux et environnementaux de la planète. Les ressources limitées en terres et en eau, le changement climatique et les événements extrêmes constituent, par ailleurs, une sérieuse menace pour l'agriculture et la sécurité alimentaire.

Afin de faire face à ces préoccupations communes aux pays africains, il est indispensable de mettre l'accent sur la production, la diffusion et l'utilisation d'informations fiables, objectives et actualisées sur l'agriculture.

L'émergence de nouvelles solutions technologiques d'acquisition et de traitement des données (stations de travail, serveurs de stockages, tablettes et mobiles) facilite énormément la récolte et l'envoi d'informations pour l'aide à la gestion agricole.

Néanmoins, le manque en informations géospatiales reste élevé en Afrique, car les synergies entre les systèmes statistiques nationaux traditionnels et les agences de cartographies ne sont pas encore bien renforcées et l'offre en données satellitaires dans sa globalité et sa diversité est difficilement appréhendable par les non-spécialistes.

En outre, l'expertise essentielle à la réalisation de produits aboutis et d'informations pertinentes, nécessitant la fusion de différentes sources de données, n'est pas disponible en quantité suffisante. L'Afrique est ainsi consciente du besoin de constituer une masse critique de techniciens, de professionnels et de chercheurs pour maîtriser la technologie et surtout, pour développer et maintenir des applications adaptées à son environnement.

Il est, désormais, urgent de remédier à la sous-utilisation de la télédétection par les politiques publiques agricoles en Afrique et de procéder à des actions de sensibilisation, auprès des universités, gouvernements, agences de développement et secteur privé, en faveur des technologies géospatiales.

Problématique de la production d'informations utiles pour le suivi agricole

Au cours de la dernière décennie, les gouvernements, les institutions internationales, les bailleurs de fonds et le secteur privé se sont intéressés de nouveau aux questions agricoles en Afrique. Cet intérêt s'est accompagné d'un fort besoin en formation, en faveur de la prise de décision relative au suivi des campagnes agricoles. L'état fragile des systèmes nationaux de statistiques est à l'origine du manque ou de l'insuffisance de données de base. Ces systèmes souffrent, en effet, des lacunes financières et matérielles, des défaillances au niveau des compétences techniques, de la complexité des systèmes de culture et, éventuellement, de l'hésitation des agriculteurs. Ils sont, le plus souvent, fondés sur des méthodes classiques, reposant généralement sur des enquêtes périodiques, si bien que les données statistiques agricoles engendrées ne sont pas exemptes d'erreurs. Le manque d'informations de base fiables et opportunes constitue, ainsi, un problème réel, et toute approche susceptible de

rationaliser le suivi et d'améliorer les systèmes existants est donc nécessaire à adopter (Bégué et al, 2020).



Atouts liés à l'adoption de la télédétection

Exhaustivité et fiabilité de la télédétection

Compte tenu de sa capacité à observer la Terre aux échelles locale, régionale et mondiale à partir de différents points d'observation, la télédétection est un outil puissant pouvant aider à rationaliser le suivi et à améliorer des systèmes existants afin de soutenir la prise de décision. Bien que le processus qui mène les données de l'image satellitaire à influencer les décideurs dans le domaine agricole ne soit pas toujours simple et accessible, la télédétection demeure une technologie essentielle à la base de la production d'informations géospatiales (de l'échelle parcellaire à celle continentale) utiles aux politiques foncières et agricoles.

Démocratisation des images satellitaires

La disponibilité des images satellitaires a été le plus souvent considérée comme étant le principal frein ralentissant le développement et la valorisation de la télédétection en Afrique. De nos jours, on assiste à une démocratisation très avancée de ces images satellitaires, conduisant à une meilleure accessibilité. Nonobstant l'existence de plusieurs centres spécialisés en télédétection, l'outil reste sous exploité et très peu valorisé, alors qu'il est le plus indiqué compte tenu de ses avantages comparatifs en termes de coûts et de délais. Ces avantages sont d'autant plus attractifs et importants à considérer, que les territoires concernés couvrent de vastes étendues et font rarement l'objet de données cartographiques récentes.

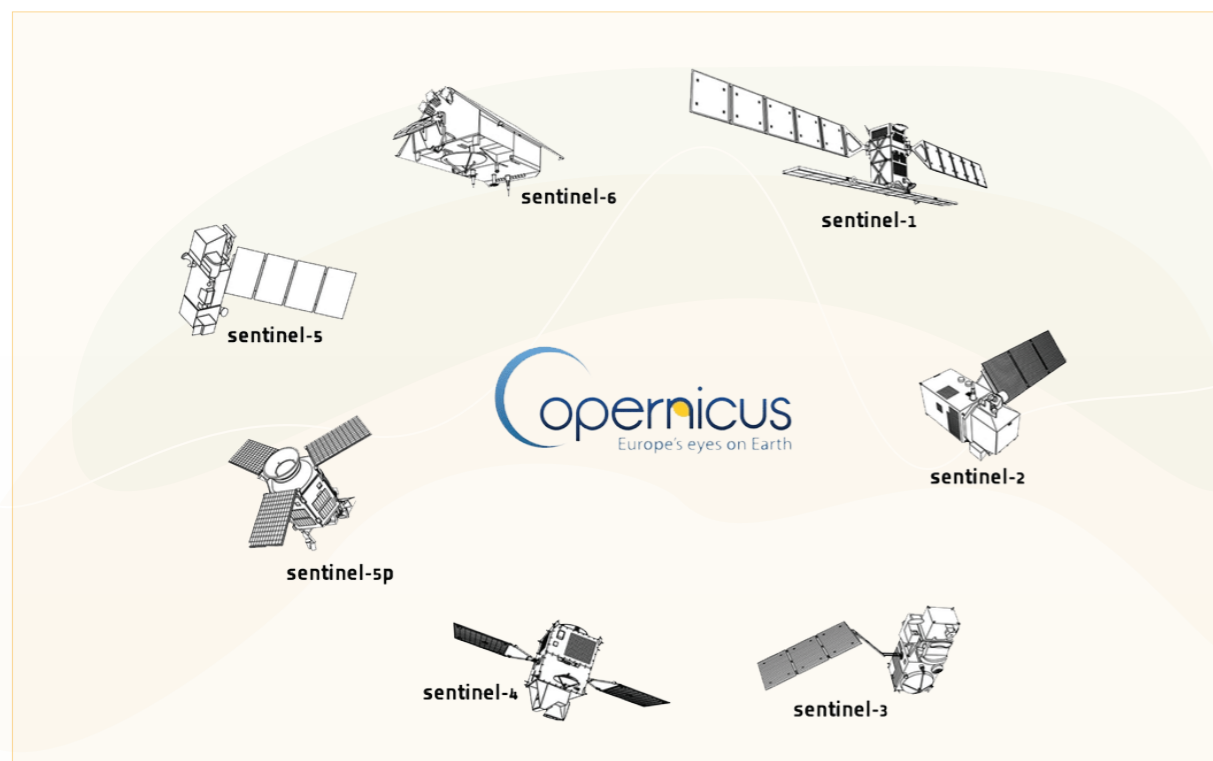


Le programme Copernicus et la constellation des satellites Sentinel

Copernicus est le programme d'Observation de la Terre de la Commission Européenne à l'échelle de la Planète. Il est mis en œuvre en partenariat avec ESA, EUMETSAT, ECMWF, Mercator Océan et les États membres. Copernicus est l'un des programmes d'Observation de la Terre les plus ambitieux, offrant un accès libre et gratuit aux données provenant d'un ensemble de satellites dédiés (les familles Sentinel) et de satellites contributeurs (satellites publics et commerciaux existants). Depuis le lancement de Sentinel-1A en 2014, l'Union Européenne a entamé le processus de placement d'une constellation de presque 20 satellites devant être en orbite avant 2030. Le programme compte déjà six familles de satellites :

- **Sentinel 1** - Observation radar de jour et de nuit des terres émergées et des océans.
- **Sentinel 2** - Observation optique de moyenne résolution des terres émergées.
- **Sentinel 3** - Observation des océans et des terres par optique XS, infrarouge et altimétrie.
- **Sentinel 4** - Spectromètre UV et sondeur IR - étude de la pollution atmosphérique.
- **Sentinel 5** - Étude de la chimie de l'atmosphère depuis l'orbite basse - satellite Metop.
- **Sentinel 6** - Suivi en temps réel, de l'élévation du niveau des mers et des océans.





Constellation des satellites Sentinel déjà lancés ou en cours de lancement

Les drones : une solution innovatrice

Parallèlement à la télédétection satellitaire, nous assistons à l'émergence d'une autre technologie ayant fait son apparition en 2014 : les drones à usage public et commercial. L'utilisation des drones connaît un fort engouement auprès des agriculteurs des pays occidentaux, en offrant l'immense avantage de pouvoir s'affranchir des deux principaux obstacles rencontrés jusqu'ici par la cartographie satellitaire : la couverture nuageuse et la rapidité d'actualisation. Les avis des experts sont toutefois assez partagés quant à sa pertinence, relevant des défaillances majeures en termes d'économies d'échelle. Cette technologie pourrait aujourd'hui être considérée comme un outil complémentaire du satellite et donc un instrument dont l'usage gagnerait à être priorisé en Afrique.

Multiplicité de produits dérivés utiles pour la surveillance agricole

Les principaux produits utiles pour les politiques publiques agricoles, élaborés via la télédétection peuvent être classés en 3 catégories :

- **Les cartes de base**, produites à diverses échelles (de 1:50 000 à 1:200 000) en utilisant des images satellitaires de natures et de résolutions variées.
- **Les cartes d'occupation/utilisation du sol**, produites à diverses échelles (de nationale à continentale) et mises à jour régulièrement, afin de suivre les changements survenus au niveau des unités d'occupation des terres (évaluation, prospective).

- **Les produits bio-géophysiques**, couvrant généralement des échelles continentales et mondiales. Ces produits prêts à l'emploi sont catégorisés en fonction de : l'occupation du sol, l'état de la végétation (indice de végétation, productivité, indice de surface foliaire, incendies, etc.), le cycle de l'eau (précipitations, évapotranspiration, humidité des sols, etc.), le bilan énergétique (albédo, réflectance et rayonnement), les indices de topographie, etc.

Facteurs limitant l'utilisation de la télédétection dans le contexte agricole

La valorisation du potentiel de la télédétection et son intégration dans la surveillance agricole en Afrique restent timides en raison de plusieurs facteurs :

- **L'importante hétérogénéité spatiale et temporelle des systèmes de cultures** : à l'exception de l'Afrique australe, du Maghreb, de l'Égypte et de quelques pays côtiers d'Afrique de l'Ouest, l'agriculture à petite échelle est la forme la plus prédominante en Afrique (Dixon et al, 2001 ; Samberg et al, 2016). L'hétérogénéité spatiale des terres agricoles est souvent aggravée par la présence d'arbres au sein des parcelles de culture (cas des parcs en Afrique de l'Ouest) et/ou de cultures intercalaires (Félix et al, 2018). La rotation culture-jachère est également largement pratiquée dans l'agriculture à petite échelle comme moyen de restauration de la fertilité des sols, mais jusqu'à récemment, elle était peu décelée par la télédétection (Tong et al, 2020). En Afrique, la phénologie de la surface terrestre peut être difficile à capturer, étant donné que :
 - **Dans les zones tropicales humides**, les changements dans la phénologie de la surface terrestre ne sont pas liés au climat, mais aux pratiques culturelles.
 - **Dans les zones tropicales sèches**, la saison des pluies est courte et les cultures et la végétation naturelle ont un développement végétatif quasi-synchronisé.
 - **Les systèmes de cultures mixtes** peuvent avoir des cultures intercalaires avec un cycle très court, « brouillant » le signal de la culture principale. (Bégué et al 2020).
- **Des conditions météorologiques défavorables** : la forte couverture nuageuse pendant la saison des pluies est une contrainte majeure pour le suivi des cultures pluviales qui dominent les systèmes de culture africains. Des études (Whitcraft et al, 2015a & b) ont souligné qu'une période de revisite de 1 à 3 jours en août est nécessaire pour obtenir des images composites sur 8 jours — avec 70 % des terres agricoles dans des conditions de ciel clair en Afrique sub-saharienne. La constellation Copernicus Sentinel-2 de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), avec une période de revisite de 5 jours, offre une fréquence de revisite acceptable pour couvrir toute la saison de croissance.
- **Un manque de données ancillaires, avec une accessibilité limitée** : le traitement et l'analyse des images satellitaires nécessitent des données ancillaires d'ordres divers (topographie, type de sol, climat ou statistiques agricoles) utiles pour l'évaluation des produits résultants. Cependant, ces ressources ne sont pas toujours disponibles en quantités et qualités suffisantes pour permettre d'évaluer convenablement les indicateurs générés à partir des données de la télédétection, ainsi que les méthodes ayant conduit à leur élaboration (Becker-Reshef et al, 2020). A cela s'ajoute l'hétérogénéité des archives satellites de haute résolution ; par exemple les répertoires d'images générées par le satellite Landsat ne sont pas complets. Les répertoires des imageries du satellite SPOT sont, par ailleurs, très hétérogènes en fonction de la région et des périodes considérées. Quant aux images satellitaires Sentinel-2, étant donné que leurs périodes de lancement sont assez récentes (2015 et 2017), elles offrent de belles perspectives, notamment en termes d'images acquises pendant la saison sèche.

- **Des besoins en matière de renforcement des capacités :** le manque de compétences est souvent cité comme étant le principal frein entravant le développement de l'outil de télédétection en Afrique. En effet, si les centres spécialisés en télédétection ont pu former une partie de leurs cadres et techniciens sur certains aspects de l'utilisation de l'outil, cet acquis reste à généraliser sur tout le personnel, mais surtout à parfaire et à mettre à jour. Il est également important de signaler que les besoins en formation de ces centres doivent aller au-delà des aspects techniques et doivent couvrir les aspects liés à la communication et au marketing. Ils doivent cadrer avec les nouveaux besoins des clients potentiels en matière d'application innovante faisant appel au cloud computing (exemple de Google Earth Engine qui constitue actuellement l'une des plateformes de cloud computing pour le traitement des images satellitaires et d'autres données de référence d'OT) ainsi qu'avec les nouvelles approches en matière de marketing, de diffusion des données multi-sources et des informations élaborées.

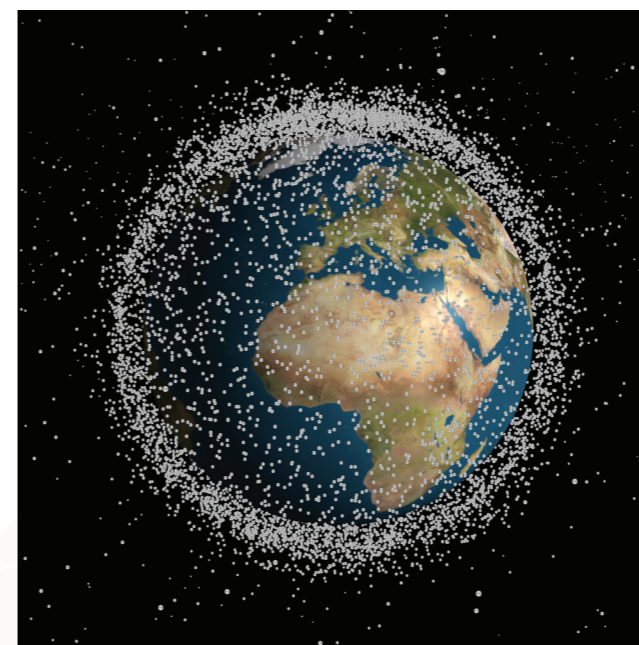


La donnée satellitaire : compromis entre disponibilité en abondance, accès libre et nécessité de puissantes capacités de traitement

Plus de 780 satellites d'Observation de la Terre sont actuellement en orbite et fournissent des données à diverses résolutions spatiales, de 30 centimètres à plusieurs kilomètres, avec des fréquences de revisite multiples (horaire, quotidienne, bimensuelle, etc.) et des bandes spectrales variées et complémentaires.

L'accès aux données satellitaires est actuellement facilité par des initiatives nationales et internationales proposant des données en libre accès, comme par exemples celles du Centre français de données et de services pour les surfaces continentales (THEIA), de la Commission Européenne avec Copernicus, de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) aux États-Unis, etc.

Le goulot d'étranglement autrefois lié à l'accès aux images et aux outils de traitement s'est déplacé vers le volume des données à traiter. Une première réponse est apportée par les technologies informatiques de type « cloud computing », qui permettent d'accéder à distance aux ressources de calcul et de traitement des images, et par la gratuité des traitements d'images et les logiciels de Systèmes d'Information Géographique (SIG). Ces technologies nécessitent néanmoins des équipements, des connaissances et des compétences de plus en plus sophistiqués, ainsi qu'une bonne connexion Internet. La démocratisation de l'accès aux données et aux outils est réelle, mais leur utilisation est liée à une technologie complexe, qui évolue rapidement.



Aperçu sur les 7500 satellites gravitant autour de la Terre.

En septembre 2021, près de 7 500 satellites étaient déjà en orbite, selon l'indice des objets spatiaux des Nations unies (Outer Space Objects Index) défini par le Bureau des affaires spatiales des Nations unies (United Nations Office for Outer Space Affairs, UNOOSA).

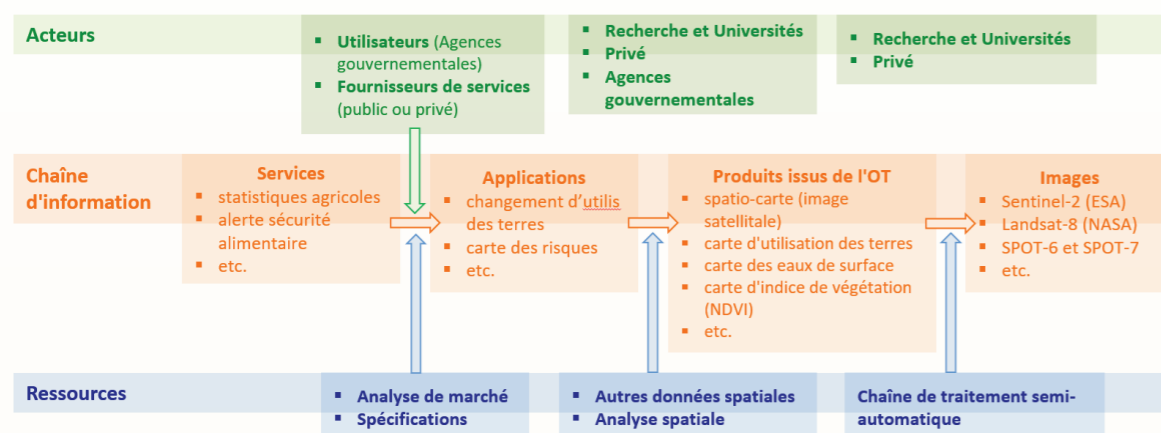
Appartenant à des gouvernements et entreprises privées, ces satellites jouent des rôles variés : GPS pour la localisation et la navigation, communication (relais de signaux de téléphone ou de télévision, accès à Internet), prévision météorologique, défense et militaire, science et agriculture, santé, etc.

Focus sur quelques satellites d'Observation de la Terre illustrés par le système mondial d'observation (NOAA Service d'information par satellite).



Pistes pour mieux se servir de la télédétection dans le domaine agricole

- **Réduire l'écart entre l'offre de solutions basées sur la télédétection** et le besoin réel en information simplifiée au profit des décideurs/utilisateurs finaux pour mieux orienter leur prise de décision : malgré l'implémentation d'une multitude de projets nationaux/régionaux, il existe un écart important entre les offres opérationnelles en termes de fourniture d'intrants aux autres domaines par la télédétection (exemple : environnement, météorologie, agriculture, etc.) et la demande ou les attentes des utilisateurs finaux.
- **Créer un environnement favorable au développement des services répondant aux besoins prioritaires des acteurs du secteur agricole** : cet environnement doit prendre en charge trois éléments principaux : (i) l'accès aux images, aux données et aux outils, (ii) la formation et le renforcement des capacités et (iii) la définition et l'implémentation de stratégies nationales / régionales.
- **Interagir avec les utilisateurs finaux** : il est nécessaire d'adopter l'approche par co-développement des produits et services d'information. A cet effet, il incombe aux centres nationaux et régionaux de cartographie et de télédétection, y compris le secteur privé, de proposer un ensemble d'activités impliquant la recherche (pour surmonter un certain nombre d'obstacles méthodologiques), le soutien des opérateurs intermédiaires et celui des utilisateurs finaux (institutions chargées de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques de gestion foncière, structures de soutien du secteur agricole, producteurs agricoles, etc.).



Processus de création de services d'information basés sur des données spatiales en utilisant une chaîne de co-développement - Source : Tonneau et al 2019.

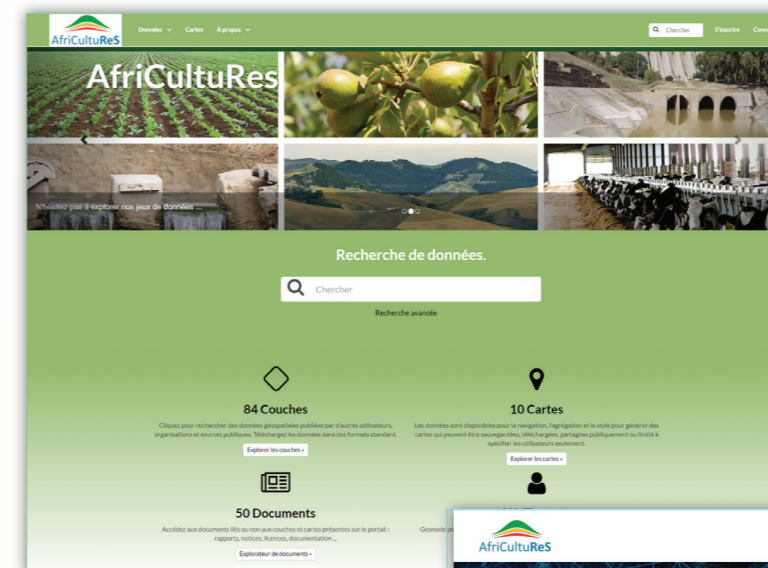
Les besoins identifiés sont traduits en spécifications. Pour développer le service, des applications thématiques et des produits sont adaptés et d'autres sont développés, en utilisant des produits génériques obtenus par traitement d'images. La co-construction implique des ajustements successifs et des itérations pouvant modifier le cahier des charges s'il s'avère impossible ou trop coûteux de le respecter.

Projet régional AfriCultuReS : valorisation de la télédétection au profit l'agriculture en Afrique

AfriCultuReS « Renforcement de la Sécurité Alimentaire dans les Systèmes Agricoles Africains avec le soutien de la Télédétection » est un projet régional financé par l'Union Européenne (H2020). Il vise à mettre en place un système intégré de surveillance et d'alerte précoce, en vue de soutenir la prise de décision dans les domaines de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Pour le cas de la Tunisie, le projet est mis en œuvre de façon synergique par l'OSS et des institutions nationales intervenant dans les domaines de la télédétection et de la recherche (Centre National de la Cartographie et de la Télédétection (CNCT), Institut National de la Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF), Observatoire National de l'Agriculture (ONAGRI) et Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA)).

Développement d'instruments à l'usage des institutions nationales

- Une carte d'occupation du sol à 10 m de résolution spatiale sur l'étendue de la Tunisie.
- Des cartographies saisonnières des types de cultures à l'échelle des gouvernorats.
- Un modèle agricole adapté aux cultures stratégiques pour l'estimation des productions.
- Un géoportail, des services de cartographie interactive et des bases de données géospatiales.



Géoportail de l'ONAGRI

Plateforme régionale d'aide à la décision sur l'agriculture en Afrique



Téledétection et occupation du sol

La carte d'occupation du sol (COS) : rôle et utilité

La COS constitue un support de planification pour les stratégies et les actions à mener et un outil pour le suivi-évaluation de leurs impacts, elle offre une vision à jour sur l'état des écosystèmes et leur résilience aux mutations environnementales.

La carte d'occupation du sol (COS) de la Tunisie

- **Approche d'élaboration d'optimisant le temps et les coûts de traitement**

Elle a été élaborée par l'OSS à partir d'images satellitaires de type Sentinel-2 et via une approche méthodologique reposant sur la combinaison de 2 techniques :

- Classification automatique multi dates d'images satellitaires multi spectrales.
- Photo-interprétation pour le regroupement de classes générées par la classification automatique.

- **Appropriation et cas d'utilisation acquis par les utilisateurs finaux**

- Recensement des cultures et collecte des informations statistiques.
- Planification des actions et relais avec les exploitants agricoles.

- **Leçon tirée de l'élaboration de la COS de la Tunisie**

L'appropriation efficiente des produits et des services issus de la télédétection dépend largement de la forte implication, dès le début, des principales institutions et utilisateurs et des étapes de leur élaboration et de leur validation finale.



Carte d'occupation du Sol de la Tunisie, 10m de résolution.



La gestion de l'information géospatiale à l'échelle africaine : un plan d'action des Nations Unies et de la Commission économique pour l'Afrique

Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 (Programme 2030), adopté par l'Assemblée Générale de l'ONU en septembre 2015 et l'Agenda 2063, approuvé par l'Union Africaine en janvier 2015, constituent deux initiatives qui mettent l'accent sur la nécessité de disposer d'un mécanisme assurant la coordination à l'échelle mondiale de la gestion de l'information géospatiale.

L'Initiative des Nations Unies sur la Gestion de l'Information Géospatiale à l'échelle mondiale (GGIM ou UN-GGIM en anglais), a été lancée en 2011 par le Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies (ONU), en vue de mettre en place un mécanisme officiel permettant aux États membres d'examiner et de coordonner leurs activités de gestion de l'information géospatiale. L'initiative a proposé un plan d'action entièrement dédié à l'Afrique dénommé « Plan d'action africain pour la période 2016-2030 ». Ce plan d'action devra être conduit dans quatre domaines clés : (i) les politiques et la gouvernance de l'information géospatiale, (ii) le cadre et les outils communs, (iii) le renforcement des capacités et le transfert de savoir, (iv) la coordination et la collaboration internationale en réponse aux besoins régionaux et mondiaux.

Ce plan d'action vise également un domaine d'action spécifique : l'intégration de l'information géospatiale et statistique, en vue de mettre à la disposition des décideurs, des produits et des services d'information qui, en s'appuyant sur des cadres statistico-spatiaux nationaux, tendent à atteindre les Objectifs de Développement Durable de l'ONU et ceux de l'Agenda 2063 de l'Union Africaine.





Importance des données ancillaires et *in situ* dans le suivi agricole et la sécurité alimentaire

L'Observation de la Terre permet de faire des observations en temps quasi réel dans une zone donnée. Mais toute seule, elle n'a pas la capacité de permettre de prédire avec précision certains phénomènes tels que les résultats des campagnes agricoles, la production alimentaire et l'établissement du bilan d'eau dans cette zone.

Pour répondre de manière efficiente à la complexité des systèmes terrestres africains, une grande variété de données ancillaires et *in situ* doit être collectée et enregistrée. En outre, pour développer des produits et des services opérationnels adaptés aux contextes nationaux et répondant au mieux aux besoins des utilisateurs finaux, il est indispensable de disposer de données *in situ*. Par exemple, pour pouvoir élaborer des modèles de croissance des cultures dans une zone donnée, il est indispensable de disposer de données *in situ* en rapport avec les thématiques suivantes : sols, cycles des cultures, besoins en eau, performances extrêmes, etc.



La production et l'accès aux données ancillaires et *in situ* fait face à un nombre de défis

- La nécessité de financements pour la conduite des missions de terrain. A ce titre, mener des actions de sensibilisation des décideurs et des gestionnaires de projet sur la nécessité et le besoin de dégager des ressources (financières et humaines) pour la conduite régulière et continue des missions de collecte de données *in situ*;

Le besoin d'asseoir des synergies inter-institutions entre les pays africains, afin de disposer des données *in situ*, dont la collecte devrait se faire de façon régulière;

- La nécessité de trouver des alternatives permettant d'automatiser le processus de collecte de données *in situ* via des opérations de crowd-sourcing.



Défis et perspectives pour une meilleure valorisation de la télédétection par les instances publiques et les organisations nationales africaines

Défis à relever

- **La constitution d'une masse critique de techniciens, de professionnels et de chercheurs**, en vue de permettre aux pays africains de maîtriser et d'adapter les technologies de l'OT, et de proposer des services en adéquation avec leur environnement socio-économique et géographique. Cela implique d'une part, d'investir dans la formation initiale et professionnelle et, d'autre part, d'augmenter le nombre et la qualité des formations. Ce renforcement des capacités doit bénéficier à la majorité des acteurs issus d'institutions publiques ou privées, d'organisations non gouvernementales, etc.
- **La définition et le déploiement de stratégies géospatiales nationales et / ou régionales**, afin d'encourager la mise en commun des données et des investissements humains et matériels et d'éviter les investissements redondants. Ces stratégies peuvent définir un cadre réglementaire pour la production et l'utilisation des données et informations géospatiales et assurer la pérennisation technique et économique des services.

Perspectives

Au niveau institutionnel

- Optimiser les compétences techniques en télédétection au niveau national, afin de mieux orienter les stratégies de sa valorisation.
- Renforcer les synergies entre les centres nationaux spécialisés en télédétection, les institutions et les acteurs du domaine agricole pour une meilleure prise en compte des besoins.
- Stimuler une collaboration plus étroite entre les centres nationaux et régionaux de télédétection afin de favoriser le partage d'expériences et de données.

Au niveau des pays

- Renforcer les capacités des départements techniques au sein des institutions nationales avec l'utilisation de l'outil télédétection dans les procédures de :
 - Cartographie des cultures stratégiques (subsistance et spéculation).
 - Estimation des rendements des cultures.
 - Elaboration des statistiques agricoles.
- Renforcer le niveau d'équipement des institutions nationales en solutions de calcul de haute performance pour une prise en charge plus efficace des grands volumes de données satellitaires.
- Valoriser les technologies innovantes telles que le cloud computing et l'intelligence artificielle.

Recommandations

Pour une meilleure valorisation de l'outil télédétection dans la chaîne de production des informations et des statistiques agricoles adaptées aux besoins des décideurs et des utilisateurs finaux intervenant dans le domaine agricole, il est impératif de :

- Joindre l'outil télédétection aux moyens classiques (enquêtes, sondages, dires d'expert, etc.) utilisés par les institutions nationales dans leurs chaînes de production d'informations/données statistiques en réponse aux besoins.
- Renforcer les capacités matérielles (équipements) et techniques (expertises) des institutions stratégiques dans la production et l'utilisation des données et des informations spatiales agricoles.
- Mettre à profit les compétences et les savoirs faire des centres d'excellence et des institutions régionales spécialisées dans la valorisation des produits de la télédétection au profit de l'agriculture (CILSS/AGRHYMET et AFRIGIST en Afrique de l'Ouest, RCMRD en Afrique de l'Est et du Sud, OSS et CRASTE-LF en Afrique du Nord, etc.).
- Renforcer le partenariat et la collaboration entre les agences spatiales existantes et les centres de cartographie nationaux afin de concrétiser leur participation dans la production et la gestion des données spatiales liées au suivi agricole.
- Prioriser la production de cartes agricoles annuelles par les expertises nationales y compris le secteur privé, à partir des données de télédétection, à une échelle fine (comprise entre 1:25 000 et 1:100 000).
- Renforcer le partenariat entre le secteur public et privé afin d'assurer leur participation effective dans la production et la gestion des données spatiales.
- Intégrer les atouts de la télédétection dans le suivi, l'évaluation et l'ajustement des indicateurs nationaux renseignés par les pays afin d'atteindre les cibles en rapport avec la sécurité alimentaire définis dans les agendas 2030 et 2063.



Initiatives et programmes spatiaux africains

L'Union africaine a lancé, en avril 2019 (siège au Caire en Égypte), la création de l'Agence Spatiale Africaine (ASA) en vue de coordonner la stratégie spatiale du continent africain. L'ASA repose sur quatre principaux piliers : la navigation et le positionnement, les télécommunications, l'Observation de la Terre et l'astronomie et les sciences spatiales. Ces piliers correspondent aux objectifs fixés par l'Agenda 2063 de l'Union africaine et la feuille de route du développement africain. L'ASA permettra la mise en place d'une politique spatiale commune à tous les pays africains. Elle servira aussi d'espace de dialogue entre les instances internationales et le continent.

L'industrie spatiale africaine connaît un essor sensible. En 2019, près de 41 satellites africains sont en orbite, lancés par 11 pays : Afrique du Sud, Algérie, Angola, Égypte, Éthiopie, Ghana, Kenya, Maroc, Nigeria, Rwanda et Soudan. Les données collectées doivent permettre d'améliorer la connaissance des ressources agricoles, forestières et minières de chaque pays, mais aussi de contribuer à une meilleure réponse aux catastrophes climatiques.



Acronymes et abréviations

AfriCultuReS	Enhancing Food Security in AFRican AgriCULTUral Systems with the Support of REMote Sensing
AFRIGIST	African Regional Institute for Geospatial Information Science and Technology
AGRHYMET	Centre Régional de Formation et d'Application en Agrométéorologie et Hydrologie Opérationnelle
ASA	Agence Spatiale Africaine
CILSS	Comité permanent Inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel
CNCT	Centre national de la cartographie et de la télédétection - Tunisie
CRASTE- LF	Centre Régional Africain des Sciences et Technologies de l'Espace en Langue Française
CRDA	Commisariat Régional de Développement Agricole
INRGREF	Institut National de la Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
ESA	Agence Spatiale Européenne
EUMETSAT	Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques
ECMWF	Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ODD	Objectifs de Développement Durable
ONAGRI	Observatoire National de l'Agriculture - Tunisie
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
OT	Observation de la Terre
RCMRD	Centre Régional de Cartographie des Ressources pour le Développement
TD	Télédétection
THEIA	Centre français de données et de services pour les surfaces continentales
UN-GGIM	Initiative des Nations Unies sur la Gestion de l'Information Géospatiale à l'échelle mondiale (GGIM ou UN-GGIM en anglais),
UNOOSA	United Nations Office for Outer Space Affairs

Bibliographie

- BEAUDIN, I., 2006. **Potentiel de la télédétection pour le suivi et la caractérisation des conditions de sécheresse en milieu méditerranéen.** Programme M.Sc. en sciences géomatiques, faculté de foresterie et géomatique, Université Laval.
- BÉGUÉ A, Leroux L, Soumaré M, Faure J-F, Diouf AA, Augusseau X, Touré L and Tonneau J-P, 2020. Remote Sensing Products and Services in Support of Agricultural Public Policies in Africa: Overview and Challenges. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:58. doi: 10.3389/fsufs.2020.00058
- BERNARD J.P., 2016. **Indices de Télédetections et agronomie Application de la télédétection pour la réalisation de diagnostics agronomiques sur peuplement végétal.** Agricultures et territoires. Chambre d'agriculture Charente-marine.
- DAILLE F., 1991. Cartographie de l'utilisation du sol en Tunisie. Centre de Télédétection, FAO, Rome.
- FAO. 2020. L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2020. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable. Rome, FAO.
- FAO, Déclaration de Rome sur la sécurité alimentaire mondiale et Plan d'action du SMA. Sommet Mondial de l'alimentation 13-17 Novembre 1996. Rome.
- FAO-AQUASTAT, 2015. Profil de Pays - Tunisie. FAO, Italie.
- OSS, 2017. «Atlas des cartes d'occupation du sol » - projet MENA-DELP.
- OSS, 2019. « Enquête sur les besoins des utilisateurs finaux – Télédétection » - Projet AfriCultuReS.
- OSS, 2019. « Estimations statistiques de la production agricole en Tunisie » - Projet AfriCultuReS.
- OSS, 2019. « Systèmes agricoles en Tunisie - Risques socio-économiques » - Projet AfriCultuReS.
- OSS, 2020. « Modélisation de la croissance des cultures (du blé) » - Projet AfriCultuReS.
- Pissaloux, R., 1951. Cartes d'occupation du sol, Tunisie. Bulletin économique et social - Tunisie. N°54
- Tsendbazar, N.-E., Herold, M., de Bruin, S., Lesiv, M., Fritz, S., Van De Kerchove, R., et al. (2018). Developing and applying a multi-purpose land cover validation dataset for Africa. *Remote Sens. Environ.* 219, 298–309. doi: 10.1016/J.RSE.2018.10.025
- Tonneau, J.-P., Bégué, A., Leroux, L., Augusseau, X., Faure, J.-F., Mertens, B., et al. (2019). "Geospatial information for African agriculture: a key investment for agricultural policies," in *Perspective 51*, eds P. Caron and C. Fovet-Rabot (Montpellier: CIRAD), 3.
- UNECA (2017). *Geospatial Information for Sustainable Development in Africa - African Action Plan on Global Geospatial Information Management 2016-2030.* Addis Ababa: United Nations Economic Commission for Africa, (UNECA).

Webographie

- <https://www.eo4idi.eu/news/eo4sd-world-bank-agricultural-productivityagricultural-watermanagement-and-sustainable-land>
- <http://africultures-platform.eu/>
- <http://www.africultures.eu/>
- <https://cropmonitor.org/>
- <https://www.copernicus.eu/>
- <http://gmes4africa.blogspot.com/>
- <http://eo4sd.esa.int/>
- <https://servirglobal.net/>
- <http://www.snv.org/project/stamp-building-success>
- <http://www.snv.org/project/mobile-data-moving-herd-management-andbetter-incomesmodhem>
- <https://www.france24.com/fr/20191220-l-essor-de-l-industrie-spatiale-africaine-une-chance-pour-le-d%C3%A9veloppement-du-continent>
- https://au.int/sites/default/files/treaties/36198-treaty-statute_african_space_agency_f.pdf
- https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/04/26/l-afrique-a-la-conquete-de-l-espace_5455038_3234.html
- <https://www.nesdisia.noaa.gov/globaleocoordination.html>



L'Observation de la Terre au service de la sécurité alimentaire en Afrique - Note d'orientation

L'agriculture revêt un rôle crucial, celui de contribuer à la sécurité alimentaire et à l'économie en Afrique. Dans un contexte marqué par les changements et les variabilités climatiques, des informations agricoles précises, précoces et à variabilité spatiale sont indispensables à la prise de décision.




L'Agenda 2030 pour le développement de l'ONU et l'Agenda 2063 de l'UA ont mis l'accent sur la nécessité de valoriser les technologies géospatiales et l'Observation de la Terre afin de générer des informations fiables, à diverses échelles et à moindre coût.

L'intégration efficiente des technologies géospatiales dans les processus décisionnels est tributaire de l'analyse des défis, des opportunités et des perspectives incitant les pays africains à investir davantage dans l'Observation de la Terre.

ISBN : 978-9938-933-31-4



Boulevard du Leader Yasser Arafat
BP 31 1080 Tunis Carthage, Tunisie
Tél. : (+216) 71 206 633/634
Fax : (+216) 71 206 636
Email : boc@oss.org.tn
www.oss-online.org

 @OSS_Comms
 @osscommunity
 @company/osscommunity